



Guía de
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
para la industria forestal primaria
(aserraderos)



La preparación de esta guía se realizó en coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), entre enero de 2008 y abril de 2009, y forma parte del Apoyo a la República de Honduras para el Cumplimiento Ambiental en el marco del Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos (DR-CAFTA, por sus siglas en inglés) mediante la asistencia técnica del Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/MIRA).

Los conceptos expresados en esta publicación no necesariamente reflejan el punto de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni del Gobierno de los Estados Unidos.

REPÚBLICA DE HONDURAS, 2009

Elaboración técnica

Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH)

Supervisión técnica

Enrique Alvarado, USAID/MIRA

Gracia Lanza, USAID/MIRA

Orlando Sierra, USAID/MIRA

Dirección de Gestión Ambiental (DGA/SERNA)

Edición

AGA & Asociados – Consultores en comunicación

La elaboración de la presente “Guía de Producción más Limpia para la industria forestal primaria (aserraderos)” fue realizada por International Resources Group (IRG) y el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH), mediante el subcontrato 1190-CPFF-CNP+LH. Tegucigalpa, Honduras, 2009.

ÍNDICE

Siglas y acrónimos	v
I. Introducción.....	1
A. Acerca de esta guía	2
B. ¿A quién va dirigida esta guía?	2
II. Justificación y objetivos	4
A. Justificación	4
B. Objetivos.....	5
1. Objetivo General	5
2. Objetivos específicos	5
III. Marco conceptual de Producción más Limpia.....	6
A. Producción más Limpia (P+L).....	6
B. Metodología para implementar un Programa de P+L.....	7
1. Primera fase: planeación y organización del programa de producción más limpia	7
2. Segunda fase: evaluación en planta	9
3. Tercera fase: estudio de factibilidad.....	12
4. Cuarta fase: implementación	12
5. Resumen de implementación de un programa de P+L	13
C. Opciones generales de P+L.....	13
D. Indicadores	15
1. Indicadores de procesos	15
2. Indicadores ambientales.....	16
IV. Descripción del proceso productivo.....	18
A. Definición del producto	18
1. Sistema de producción.....	18
2. Mano de obra	18
3. Criterios de clasificación.....	18
B. Proceso de producción de la industria forestal primaria	19
1. Etapa de acopio de trozas (madera en rollo)	19
2. Etapa de aserrado de la madera.....	21
3. Etapa de baño anti manchas, secado y almacenamiento.....	22
4. Materia prima e insumos para el proceso de transformación	23
C. Impactos ambientales originados por el proceso	24
1. Residuos Sólidos	25
2. Residuos Líquidos	25
3. Emisiones atmosféricas	26
V. Buenas Prácticas para la producción más limpia	27

A. Buenas prácticas operativas	28
1. Capacitación de personal	28
2. Mantenimiento de equipo e instalaciones.....	29
3. Recomendaciones generales para asegurar la calidad y el desempeño óptimo del proceso	30
B. Buenas prácticas para el uso eficiente de agua, energía y materias primas: recomendaciones generales	32
1. Recomendaciones generales para el uso eficiente del agua.....	32
2. Recomendaciones generales para el uso eficiente de la energía.....	33
3. Recomendaciones generales para el uso eficiente de materias primas e insumos	35
4. Recomendaciones generales para la reducción de residuos y emisiones para la industria forestal primaria	37
C. Recomendaciones específicas para el proceso.....	38
1. Recomendaciones específicas para el uso eficiente del agua en el proceso	40
2. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la energía en el proceso.....	40
3. Recomendaciones específicas para el uso eficiente de la materia prima en el proceso	42
4. Uso eficiente de residuos del proceso en la reutilización y reciclaje.	43
Marco Legal	45
VI. Glosario.....	49
VII. BIBLIOGRAFÍA	52
VIII. Anexos	53
Anexo 1. Iniciativas en la región	53
Anexo 2. Proveedores generales de P+L.....	57
Anexo 3. Proveedores de tecnología para la industria forestal primaria	59
Anexo 4. Formatos de cuadros de control de buenas prácticas de P+L	60
Anexo 5. Lista de chequeo para diagnóstico rápido de P+L.....	63
Anexo 6. Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido.....	67
Anexo 7. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua	70
Anexo 8. Parámetros y alternativas para obtener eficiencia energética.....	71
Anexo 9. Diagramas de flujo.....	74
Anexo 10. Programa de mantenimiento preventivo propuesto	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación (ONUDI, 1999)	6
Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L (ONUDI, 1999)	7
Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.	10
Figura 4. Resumen del proceso de implementación de P+L	14
Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.....	15
Figura 6. Diagrama de flujo de un aserradero estándar.....	20
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de transformación de la madera	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Beneficios de la Producción más Limpia	7
Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L.	8
Cuadro 3. Indicadores de procesos.	16
Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse.....	17
Cuadro 5. Temas de capacitación básicos en una empresa o proyecto.	28
Cuadro 6. Equipo básico e instalaciones para la transformación primaria de la madera	29
Cuadro 7. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua en la operación.	32
Cuadro 8. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía en la operación.....	34
Cuadro 9. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en la operación.....	35
Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en la operación	38
Cuadro 11. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso.....	40
Cuadro 12. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la energía.....	41
Cuadro 13. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la materia prima en el proceso.....	42
Cuadro 14. Recomendaciones específicas de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso.....	43
Cuadro 15. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental	45
Cuadro 16. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental	46
Cuadro 17. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.....	60
Cuadro 18. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas.	60
Cuadro 19. Registro de producción mensual.....	60
Cuadro 20. Registro de sub-productos	60
Cuadro 21. Registro de materias primas	60

Cuadro 22. Registros de residuos líquidos.....	61
Cuadro 23. Registro de residuos sólidos.....	61
Cuadro 24. Registro de emisiones.....	61
Cuadro 25. Ficha para el control de la entrada de agua.....	61
Cuadro 26. Ficha para el control de la salida de agua	61
Cuadro 27. Ficha para el monitoreo del uso de agua.....	61
Cuadro 28. Formato para la recolección de información de consumo energético.....	62
Cuadro 29. Formato para el control de energía consumida vs. energía requerida	62
Cuadro 30. Formato para el control del consumo de combustible.....	62
Cuadro 31. Formato para el reporte mensual energético.....	62
Cuadro 32. Formato para el control de la implementación de medidas.....	62
Cuadro 33. Pérdidas de agua por fugas.....	70
Cuadro 34. Niveles de iluminación según la actividad	71
Cuadro 35. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes	72
Cuadro 36. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5.....	72
Cuadro 37. Opciones de sustitución.....	72
Cuadro 38. Programa propuesto de mantenimiento preventivo para una verificación con frecuencia diaria y semanal.....	77

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACA	Acuerdo de Cooperación Ambiental
BCH	Banco Central de Honduras
CERS	Certificados de reducción de emisiones
CNP+LH	Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras
CNPMLH	Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras
COHEP	Consejo Hondureño de la Empresa Privada
DNC	Diagnostico de Necesidades de Capacitación
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos
FAO	Fundación de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GAR	Gestión Ambiental Rentable
GBPA	Guía de Buenas Prácticas Ambientales.
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
ONG	Organismos no Gubernamentales.
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
P+L	Producción más Limpia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
USAID/MIRA	Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

I. INTRODUCCIÓN

El Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos, conocido por sus siglas en inglés como DR-CAFTA, fue aprobado por el Congreso Nacional de Honduras el 3 de marzo del año 2005, mediante el Decreto 10-2005, y entró en vigencia a partir del 1 de abril del año 2006.

Adicionalmente al tratado, se suscribió el Acuerdo de Cooperación Ambiental (ACA), como un instrumento legal independiente, pero vinculado al Capítulo 17 o ambiental del DR-CAFTA. En este sentido, el ACA surgió con el objetivo de proteger, mejorar y conservar el ambiente, incluidos los recursos naturales; igualmente, surge debido a las diferencias existentes entre los suscriptores del tratado en cuanto a condiciones ambientales, sociales, legales y de recursos económicos y tecnológicos.

Con la puesta en vigencia del DR-CAFTA y la suscripción del ACA, el Gobierno de la República de Honduras ha reconocido que los incentivos y otros mecanismos flexibles y voluntarios pueden contribuir al logro y mantenimiento de la protección ambiental, y asume la promoción de la Producción más Limpia (P+L) como una estrategia de país. La estrategia de P+L debe ser implementada de manera transversal en todos los sectores productivos del país, para garantizar un alto nivel de competencia y responsabilidad socio-ambiental en el marco de los tratados de libre comercio.

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), encargada del cumplimiento de la legislación ambiental en general y de la que atañe al comercio entre los suscriptores del tratado, en coordinación con el Consejo Hondureño de la Empresa Privada (COHEP), organización técnico-política del sector empresarial de Honduras, impulsó la elaboración de la presente “Guía de Producción más Limpia Para la Industria Forestal Primaria (Aserraderos)”, con el apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

El propósito de la guía es mejorar la competitividad de los aserraderos, mediante la implementación de la metodología de P+L en los procesos productivos, productos y servicios. La guía brinda lineamientos generales a la industria forestal primaria, para identificar, evaluar e implementar P+L, lo cual permitirá incrementar la eficiencia y la rentabilidad del rubro, previniendo a su vez la contaminación del ambiente.

La guía contiene una breve descripción del proceso productivo de la industria forestal primaria. Igualmente, proporciona la descripción de la metodología de P+L, la secuencia a seguir en cada fase del proceso y los beneficios que conlleva la implementación de las opciones que genera el uso de P+L en la empresa, específicamente en el consumo de agua, energía y manejo de desechos.

Además, se presentan experiencias exitosas a nivel nacional y centroamericano de empresas que han implementado P+L, mostrándose los beneficios cuantitativos y ambientales obtenidos con dicha metodología.

Finalmente, es necesario mencionar que la información contenida en esta guía proviene de la experiencia práctica generada al visitar empresas pertenecientes a la industria forestal primaria, donde se identificaron prácticas de P+L para mejorar el desempeño en el uso de recursos, promover el ahorro de agua y energía, y realizar un adecuado manejo de los desechos.

A. ACERCA DE ESTA GUÍA

La presente “Guía de Producción más Limpia para la industria forestal primaria (aserraderos)”, se elaboró para orientar a los empresarios y proyectos forestales primarios de Honduras en la implementación de prácticas de Producción más Limpia como una estrategia para lograr una gestión empresarial más eficiente y sostenible. La guía promueve un proceso de mejora continua a través de la implementación de buenas prácticas, que tiene en cuenta las tecnologías productivas disponibles, apropiadas y en uso en el país.

La guía está integrada por seis secciones principales, iniciando con una breve introducción que brinda información sobre el contenido de la guía, los antecedentes del rubro y a quien está dirigido el documento. La segunda sección muestra la justificación por la cual se desarrolló la guía y los objetivos que se persiguen con la misma. La tercera sección expone el marco conceptual de Producción más Limpia como estrategia de competitividad y gestión ambiental, sus beneficios y su metodología de implementación. En la cuarta sección se describe el proceso productivo, se especifican las entradas y salidas de cada etapa del proceso y se identifican las oportunidades y fortalezas. La quinta sección, la más importante del documento, aborda las buenas prácticas de P+L como eje fundamental para mejorar la competitividad y gestión ambiental de las empresas del sector; además, esta sección identifica los indicadores de la efectividad en la implementación de P+L.

Se debe notar que las buenas prácticas expuestas en el documento, son recomendaciones para empresas que se encuentran en operación, ya que esta es la etapa en la cual es posible analizar de forma práctica el proceso productivo, identificar las fallas y las oportunidades de mejora.

El marco legal está contenido en la sexta sección que hace una recapitulación de las políticas, leyes, reglamentos, normas o disposiciones generales jurídicas relacionadas con el rubro en el área operativa. También contiene las directrices generales del licenciamiento ambiental en el país, información extraída de la “Guía de buenas prácticas ambientales para la industria forestal primaria”¹. El documento incluye un glosario y una sección de bibliografía con todas las fuentes consultadas para su elaboración.

En los anexos se muestran algunas iniciativas en la región que se relacionan con Producción más Limpia. Se incluye igualmente una lista de proveedores de Producción más Limpia, la cual permitirá que el lector se oriente y profundice en temas de eficiencia económica y gestión ambiental.

B. ¿A QUIÉN VA DIRIGIDA ESTA GUÍA?

La “Guía de Producción más Limpia para la industria forestal primaria (aserraderos)” está dirigida a:

- Empresarios, gerentes, ingenieros de planta, operadores y el personal técnico clave de empresas interesadas en mejorar la competitividad y desempeño ambiental de los aserraderos, implementando tecnologías limpias e innovadoras que a su vez permitan apoyar el cumplimiento de las directrices legales ambientales del país.

Dichos actores tendrán acceso a la metodología de implementación de P+L, descripción del proceso productivo, buenas prácticas de P+L a incorporar en su empresa.

- A los investigadores, consultores, miembros de Organismos no Gubernamentales (ONGs) e inversionistas que apoyen el desarrollo de los aserraderos en Honduras.

¹ Disponible en la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), www.serna.gob.hn

Siguiendo las directrices de la guía, estos actores podrán conocer el proceso de transformación primaria de la madera y los aspectos a considerar al promover estas iniciativas.

- A las autoridades ambientales encargadas de realizar una adecuada gestión en torno al tema.

El documento permitirá promover, dentro de la industria, lineamientos básicos que deben desarrollarse para realizar una mejora competitiva y ambiental.

- A los profesionales del ramo, estudiantes interesados en conocer detalles generales y específicos sobre la transformación primaria de la madera.

El documento permitirá conocer el proceso básico para la transformación primaria de la madera.

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

A. JUSTIFICACIÓN

Históricamente, la industria forestal ha sido uno de las más grandes generadores de divisas en Honduras, principalmente por la exportación de madera en troza y aserrada, de muebles, piezas y otros productos de madera como palos de escoba, nasas de pesca para langostas, estacas y postes, resinas, trementina y sus derivados, y semillas forestales.

Honduras es también un gran importador de productos derivados de los recursos forestales como la pulpa para producir papel y cartón y el corcho, que son importados en su totalidad. Esta situación hace imperativo el aumento en el valor agregado de los productos forestales de exportación para compensar el creciente déficit de la balanza comercial de productos forestales (el valor de la importación de productos forestales es mayor que el de la exportación).

La industria forestal se divide en seis grupos empresariales, determinados por el tipo de aprovechamiento:

- Industria primaria (aserraderos)
- Industria secundaria (transformación de la madera)
- Exportadores
- Cooperativas y grupos agroforestales
- Sector informal (Carpinterías, talleres artesanales)
- Otras empresas forestales (resineras, ecoturismo, servicios de consultorías, etc.)

La industria forestal primaria, es la que realiza el aprovechamiento inicial de los recursos forestales, es decir el corte en el bosque y su posterior aserrado, por lo que el núcleo principal de esta industria son los aserraderos. La producción actual de la industria forestal primaria se concentra en tablas y tablones de distintas dimensiones, que se comercializan tanto en verde como en seco (secado artificial o natural). A pesar de su escaso valor agregado, son uno de los principales generadores de divisas para el país.

Los aserraderos existentes en el país son fijos o móviles. Los aserraderos fijos tienen una ubicación permanente, por lo general en un sitio que permite una fácil provisión de materia prima (trozas) y que facilita la distribución a mercados finales. Estos aserraderos fijos están estructurados en una línea de producción continua, desde la entrada de la troza al procesamiento hasta la salida de tablas y tablones. Los aserraderos móviles (modelo Wood Mizer) se trasladan a las fuentes de materia primas, sus productos finales generalmente son tablones, tablas y tienen la ventaja de contar con sierras de banda modernas (finas o delgadas) que alcanzan a re aserrar tablas de hasta una pulgada de espesor. Sin embargo, tienen la desventaja ambiental de que los residuos quedan en el mismo lugar de procesamiento de la madera sin ningún tipo de manejo para la disposición final.

La Asociación de Madereros de Honduras (AMADOH), está constituida por unas 30 empresas miembro, y 135 aserraderos inscritos en el ICF (AMADOH, 2008). La AMADOH, mantiene una política de cumplimiento de la normativa legal del país, sus socios buscan la mejor relación con las autoridades y apoyan las iniciativas encaminadas a buscar las mejores prácticas ambientales.

A nivel nacional, existen importantes iniciativas del sector privado y del gobierno para impulsar la transformación primaria de la madera. Por lo tanto, es necesario brindar los lineamientos básicos que orienten para que se desarrolle de forma más eficiente y competitiva.

Además, la falta de eficiencia en el uso de los recursos agua, energía y materia prima; la necesidad de mejorar la competitividad nacional en el marco de los tratados de libre comercio; y la falta de conocimiento de los empresarios sobre metodologías y herramientas que permitan corregir deficiencias productivas justifican la presente “Guía de Producción más Limpia para la industria forestal primaria (aserraderos)”, la cual permitirá a los empresarios asumir e implementar la metodología de P+L como estrategia para volver más eficientes sus procesos productivos.

B. OBJETIVOS

I. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la competitividad y desempeño ambiental de los aserraderos hondureños mediante la implementación de la metodología de Producción más Limpia (P+L) en sus procesos y productos.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incentivar la transformación primaria de la madera, bajo un alto nivel de eficiencia que permita reducir los costos de producción al promover un uso eficiente de las materias primas, energía y agua.
- Incrementar la competitividad del sector productivo al proponer tecnologías limpias e innovadoras.
- Promover la mejora del desempeño ambiental del sector al proponer prácticas amigables en todo el proceso productivo, principalmente en lo que se refiere al manejo de residuos.

III. MARCO CONCEPTUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

A. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

La Producción más Limpia (P+L) es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA/IMA, 1999). La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló una metodología de P+L basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje) (ONUDI, 1999).

Esta metodología permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias (Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia, 2007).

Con la implementación de P+L se busca pasar de un proceso ineficiente de **control** de la contaminación “al final del tubo”, a un proceso eficiente de **prevención** de la contaminación desde su punto de origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía a lo largo del proceso industrial. Se previene la contaminación al sustituir las materias primas que contengan una alta carga contaminante, y al crear los soportes administrativos que permitan manejar integralmente los residuos.

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción (Figura 1), dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos (la reducción y el reciclaje/reutilización) y los de control (tratamiento y disposición final).



Figura 1. Esquema de los niveles de reducción de contaminación (ONUDI, 1999)

La literatura reporta una serie de beneficios técnicos, económicos y ambientales al implementar la estrategia de P+L, resumidos en el cuadro 1. Sin embargo, la experiencia demuestra que las empresas o

proyectos que han implementado esta estrategia lo hacen motivados principalmente por sus bondades económicas. Al mejorar la eficiencia en el uso de los insumos de producción y los rendimientos, se reducen los costos, se obtienen mayores ganancias y se mejora la posibilidad de competir con mejores precios en los mercados nacionales e internacionales. El uso eficiente de los recursos, reduce el impacto ambiental y mejora la imagen de la empresa o proyecto.

Cuadro 1. Beneficios de la Producción más Limpia.

AL REDUCIR	SE INCREMENTA
• El uso de la energía en la producción. • La utilización de materias primas. • La cantidad de residuos y la contaminación • Los riesgos de accidentes laborales, lo que a su vez implica reducción de costos (ejemplo: primas de seguros más bajas). • La posibilidad de incumplimiento de normas ambientales y sus correspondientes sanciones. • Costos en la producción • La tasa de uso de recursos naturales y la tasa de generación de residuos contaminantes. • Los riesgos medio ambientales en caso de accidentes.	• La calidad del producto • La eficiencia, a través de una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa. • La motivación del personal. • El prestigio, al mejorar la imagen de la empresa al socializar los resultados del proceso. • La competitividad en nuevos mercados nacionales e internacionales. • Ingresos y ahorros de la empresa. • La protección del medio ambiente. • La mejora continua de la eficiencia medioambiental en las instalaciones de la empresa y de los productos

(ONUDI, 1999) (CONAM, 2003) (PNUMA, 2003)

B. METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE P+L

Para poder diseñar e implementar un “Programa de Producción más Limpia (P+L)”, es necesario poner en práctica una metodología de cuatro fases o etapas (Figura 2) (ONUDI, 1999) (GTZ, 2007).



Figura 2. Etapas para la Implementación de P+L (ONUDI, 1999)

I. PRIMERA FASE: PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

En la fase de planeación y organización del programa de Producción más Limpia, se establece el compromiso de la empresa, indispensable para su implementación exitosa. También se da a conocer la iniciativa al personal y se definen los grupos de trabajo y sus responsabilidades.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la empresa.
- Organizar el equipo de P+L.
- Definir claramente las metas del Programa de P+L en la empresa.
- Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L.
- Capacitar a mandos intermedios y operarios.

a. Compromiso de la gerencia y del personal de la empresa

La P+L es un esfuerzo de mejora continua que requiere que los directivos, gerentes y personal clave de la empresa o proyecto estén convencidos de sus beneficios y comprometidos con su éxito. Este convencimiento y apropiación es, por lo tanto, el primer logro a obtener.

b. Organizar el equipo de P+L

Para poder organizar un equipo de trabajo, es necesario dar a conocer al personal de la empresa los planes que se tienen respecto a la implementación de un programa de P+L. Se debe integrar un equipo responsable del mismo, que incluya a empleados clave de las distintas áreas de la empresa, con un alto nivel de compromiso. Todas las áreas de la organización deben estar representadas para lograr una identificación exhaustiva los aspectos a mejorar y para incrementar la masa crítica capaz de aportar propuestas de solución a los problemas encontrados. El equipo será el responsable de la coordinación del Programa de P+L, de su implementación y del seguimiento de las medidas recomendadas. En lo posible, se sugiere establecer un plan de incentivos económicos acorde con los logros obtenidos. Al momento de conformar el equipo se recomienda tomar datos que serán imprescindibles para la correcta operación del programa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro de miembros del equipo de P+L.

Nombre de la persona	Cargo	Área del proceso donde se ubica	Fortalezas y habilidades

Se debe designar a un representante o coordinador del equipo de P+L, que tenga la jerarquía y la autoridad necesarias para garantizar la implementación del programa. Es primordial que el coordinador asuma su tarea con un total compromiso, ya que de él dependerá el adecuado desarrollo del programa. El coordinador debe ser capaz de motivar y persuadir al personal sobre los beneficios de la P+L y el cumplimiento de las metas trazadas. Para dar seguimiento a las actividades programadas, llevará registros de los avances, problemas y barreras encontradas; buscará soluciones a estos obstáculos; garantizará el cumplimiento de las metas e informará permanentemente a la gerencia sobre el avance del proceso.

c. Definir claramente las metas del Programa de P+L dentro de la empresa

Los miembros del equipo de trabajo deben establecer metas viables en todos los niveles de operación de la entidad. Para ello es necesario estimular la participación de todos los empleados clave y lograr un conocimiento y apropiación del proceso y de los resultados esperados. Una vez definidas las metas se

debe elaborar un plan de acción que permita alcanzarlas en el corto, mediano y largo plazo. Este plan debe establecer las metas y acciones de cada el área del sistema productivo, los aspectos a mejorar, los recursos logísticos con los que se cuenta y los responsables directos del cumplimiento de cada meta. Es recomendable establecer fechas de cumplimiento.

d. Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L

Al momento de establecer las metas del programa, se debe indicar los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. En esta actividad es de suma importancia la participación activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

e. Capacitar a mandos intermedios y operarios

Es necesario realizar diagnósticos de necesidades de capacitación que permitan identificar las áreas a fortalecer para propiciar el éxito del proceso. El plan de capacitación permitirá desarrollar las bases cognitivas necesarias para llevar a cabo el programa de forma eficiente y obtener las metas en el tiempo establecido.

2. SEGUNDA FASE: EVALUACIÓN EN PLANTA

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la P+L, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima así como sus efectos financieros y ambientales. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

a. Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción

Se requiere obtener información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo. Por lo tanto, mediante una lista de chequeo, se deben establecer indicadores de comparación que permitan evaluar los avances y logros obtenidos con las medidas adoptadas.

Así mismo, deben tomarse datos relevantes del proceso productivo para identificar oportunidades de mejora. Por ejemplo, si se lleva un registro de consumo ¿Cuáles son los rendimientos obtenidos por unidad de materia prima? También debe analizarse si existen manuales de procesos o planes de mantenimiento, entre otros aspectos (Anexo 5: Lista de chequeo para diagnóstico de P+L).

b. Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas

Esta etapa consiste en evaluar las entradas y salidas en las distintas fases del proceso productivo, para poder identificar los residuos generados y definir los indicadores para su monitoreo. Al recorrer, analizar y diagramar el flujo del proceso (Figura 3) se podrá visualizar los espacios físicos destinados para cada área, definir si la secuencia de las acciones es la más conveniente y generar las recomendaciones pertinentes. El diagrama de flujo es uno de los elementos básicos para establecer indicadores productivos y de eficiencia en el uso de los recursos. Se recomienda describir y cuantificar, para cada una de las fases del proceso productivo, todas las entradas, salidas y costos asociados.

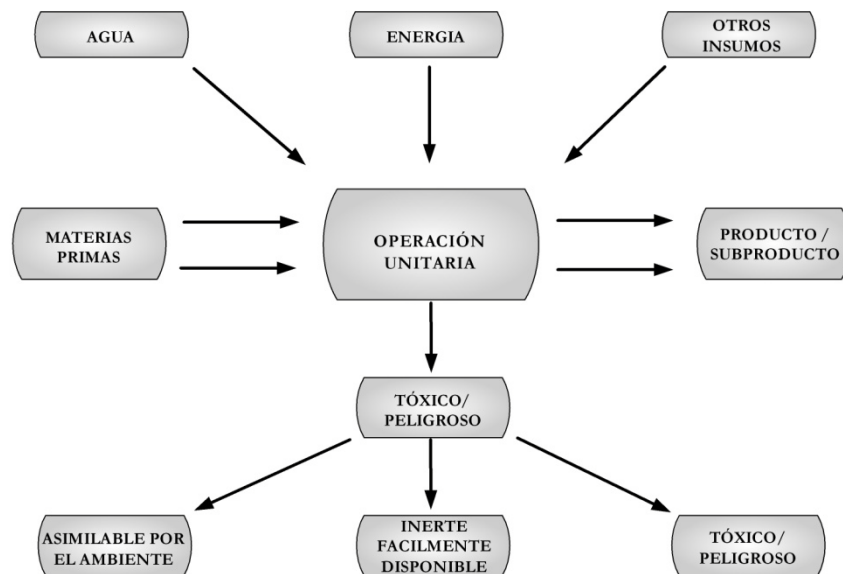


Figura 3. Diagrama de entradas y salidas.

c. Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe diseñarse un recorrido por la empresa (GTZ, 2007), a lo largo del cual se resuelvan las siguientes interrogantes:

¿Cómo debe ser el recorrido por la empresa? En el Anexo 6, “Guía metodológica para visitas de diagnóstico rápido” se da algunas recomendaciones para el recorrido. Durante el recorrido se recomienda seguir el flujo del proceso, iniciando por el almacén de los insumos.

¿Cuánto debe durar el recorrido?

¿Qué información se requiere de la empresa antes de iniciar el recorrido? (ejemplo: costos para insumos y salidas, programación del recorrido, participación de otra(s) persona(s) de la empresa, etc.).

¿Qué áreas podrían ser de especial interés?

¿Qué personas deben entrevistarse durante el recorrido (ejemplo: operarios)? ¿Cómo y con qué objetivo?

Se debe contar con toda la documentación requerida para facilitar la identificación de indicadores de comparación, por ejemplo: recibos de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, etc., así como realizar mediciones *in situ* de aspectos de relevancia como niveles de iluminación, niveles de sonido en cuartos de máquinas, volúmenes de aguas residuales, etc.

Al momento de organizar el recorrido por la empresa, se debe considerar la participación del jefe de planta y del jefe de mantenimiento, así como sostener entrevistas con los encargados de bodega, de inventarios, de contabilidad de costos, operadores de equipo, etc.; ya que son los más indicados para identificar detalles sobre el movimiento diario de las entradas y salidas del proceso.

d. Organizar el equipo evaluador

Se debe organizar un equipo evaluador conformado por empleados competentes, responsables y experimentados en donde quede representada cada etapa del proceso industrial. Este equipo deberá realizar un recorrido coherente con el ordenamiento del proceso productivo, es decir que se deberá iniciar con la recepción de materias primas e insumos auxiliares y finalizar con la entrega del producto o servicio. Se deberán establecer las funciones de los miembros del equipo evaluador (una persona puede asumir varias responsabilidades).

- Coordinador del equipo: debe preparar la introducción, presentación, cierre, desarrollo de la visita de acuerdo a la planificación, organización de los horarios, etc.
- Responsable(s) de las listas de chequeo: deberá alistar las listas de chequeo necesarias para cada área visitada.
- Responsable(s) de las estadísticas de insumos, residuos y de sus respectivos costos en el proceso de producción: deberá alistar los datos cuantificables de volúmenes y costos de materia prima, agua, residuos, etc. y calcular diferentes escenarios de ahorro.
- Responsable(s) de los flujos de materiales y energía: sistematizará las etapas del proceso, sus entradas y salidas para la preparación de los diagramas de flujo.
- Observador: deberá evaluar la interacción del grupo y los procesos de comunicación (GTZ, 2007).

e. Generar opciones

Al momento de realizar el recorrido por la empresa, se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos energía, agua y materia prima; así como en la generación de residuos de producción. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo tendrá que tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Se recomienda elaborar un cuestionario que facilite la evaluación de los procesos durante el recorrido.

La evaluación de la planta generará información sobre metas e intervenciones, que se incorporarán en el plan de acción. Dichas metas deberán ser ambiciosas dentro de los límites de la viabilidad económica social y ambiental de la empresa.

La campaña de divulgación y motivación del programa de P+L dentro de la empresa, mencionada en la fase 1 del programa, debería propiciar un ambiente de cordialidad durante el recorrido de evaluación en planta.

3. TERCERA FASE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

a. Evaluación técnica, económica y ambiental

Una vez realizado el recorrido por la empresa, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer indicadores que muestren los puntos críticos del proceso, los cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

b. Definición de recomendaciones

Al hacer una recomendación es importante definir con claridad el tipo medidas a tomar y su forma de implementación, los recursos logísticos y humanos necesarios, el costo preciso de inversión requerida, los resultados, beneficios económicos y ambientales que se obtendrán.

c. Selección de las medidas a tomar

Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo-beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de cada empresa que decidirá cuáles implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

PLAN DE ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

1. Presentación del Proyecto.
2. Que se espera con su implementación, beneficios, requerimientos (min. 30 min.).
3. Capacitación: Que es "Producción más Limpia" (mín. 2 horas).
4. Formación del equipo y responsables.
5. Plan de Auditoria (2-3 horas).
6. Diagnóstico de Producción más Limpia: recopilación de información (1-8 días en total).
7. Diagnóstico de Producción más Limpia: trabajo de campo (1-8 días en total).
8. Diagnóstico de situación actual (Anexo 5).
9. Elaboración y presentación del informe final (3-4 semanas).
10. Implementación de medidas (2-6 meses).
11. Seguimiento de medidas de P+L adoptadas.
12. Elaboración y presentación de informe de seguimiento.
13. Reporte de seguimiento al año de implementado el proyecto.
14. Reinicio del proceso de implementación de P+L con una nueva evaluación en planta. (CONAM, 2003)

4. CUARTA FASE: IMPLEMENTACIÓN

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.

- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

a. Establecer la fuente y cantidad de fondos destinados al proyecto

Se debe asegurar que las acciones relacionadas con la implementación de P+L estén dentro del presupuesto financiero disponible. Una vez analizados los costos y beneficios de la intervención es necesario gestionar los fondos necesarios, para lo cual se recomienda establecer reuniones con la administración, gerencia y directiva.

b. Ejecución de las medidas recomendadas

Una vez asegurados los fondos para la implementación de las medidas, estos deben asignarse a las dependencias involucradas en su ejecución y reafirmar su responsabilidad.

c. Monitoreo y evaluación de las medidas implementadas

La implementación de acciones, debe ser precedida del diseño de un plan de control y seguimiento, en el que se definan participativamente indicadores de desempeño, puntos y tiempos de control, formatos de registro, informes y otras acciones que se consideren pertinentes para realizar un seguimiento adecuado.

Para ilustrar este punto se presenta, en el recuadro, el plan que utilizó una empresa para implementar un programa de P+L. Se debe aclarar que los tiempos asignados para cada actividad dependerán del tamaño de la organización, del número de trabajadores, de los productos/servicios y de los procesos involucrados.

5. RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE P+L

Como ya se ha establecido, la implementación de P+L es la simple aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua. No obstante, debe recalcar que la metodología de implementación funciona como un círculo cerrado, ya que el proceso no termina con el desarrollo de las recomendaciones establecidas, sino que continua con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas acciones (Figura 4). Adicionalmente, de acuerdo al tamaño de las plantas, estas podrán optar a ser parte del programa de venta de Certificados de Reducción de Emisiones o CERS (Para mayor información dirigirse a <http://cdm.unfccc.int/reference/documents>; <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/publicview.html>).

C. OPCIONES GENERALES DE P+L

Después de identificar, en el proceso de evaluación de la empresa, las fuentes de residuos, de emisiones y de desperdicio de materias primas y energía, se inicia la búsqueda de medidas correctivas. Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo de P+L.

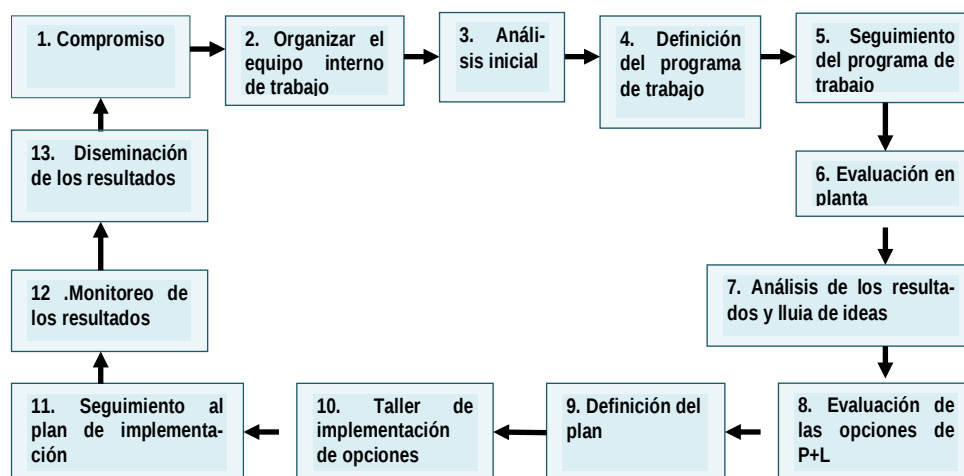


Figura 4. Resumen del proceso de implementación de P+L.

Fuente: Manual P+L de la ONUDI, 1999.

Los elementos básicos a considerar en la evaluación se presentan a continuación:

- Cambios en las materias primas: mediante un cambio en las materias primas se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos, originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al “final del tubo”.
- Cambios en las tecnologías: se refiere a las modificaciones que pueden realizarse en el proceso o en los equipos, con la finalidad de reducir la generación de residuos y emisiones, así como al uso eficiente de materias primas y energía.
- Generar buenas prácticas operativas: consiste en una optimización de los procedimientos operativos y administrativos para reducir o eliminar, residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- Reutilización y reciclaje en planta: estas dos actividades pueden dar lugar a una recuperación de materias útiles, y a la localización de nuevos factores que promuevan el uso adecuado de materias primas, reduciendo así los gastos innecesarios.

De la evaluación del estado de la empresa y de las opciones generales de P+L que se apliquen, se pueden obtener los siguientes resultados:

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos
- Establecimiento de puntos críticos
- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación
- Publicación, a nivel interno y externo, de los avances y resultados obtenidos (CONAM, 2003) (ONUDI, 1999).

D. INDICADORES

Bajo el enfoque de P+L, los indicadores permiten caracterizar el desempeño de la empresa y brindan información de cada uno de los recursos que se utilizan en el proceso productivo (consumo de agua, energía, etc.) y de los residuos generados durante el desarrollo del mismo (residuos sólidos, emisiones, efluentes, etc.). Bajo este esquema de trabajo no se puede mejorar lo que no se está midiendo o evaluando en las entradas y salidas de un proceso, de ahí surge la importancia de seleccionar y establecer indicadores.

I. INDICADORES DE PROCESOS

Los indicadores de proceso tienen como propósito de conocer si se está llevando a cabo un uso adecuado de los insumos y materias primas que participan en el proceso productivo, es necesario tener una visión clara de las operaciones en que estos se utilizan. Para lograrlo se utiliza el análisis del “Balance de Entradas y Salidas de los Recursos (materia prima, agua y energía)” (Figura 5), donde se pueden establecer una serie de indicadores para evaluar la eficiencia de la empresa o proyecto.

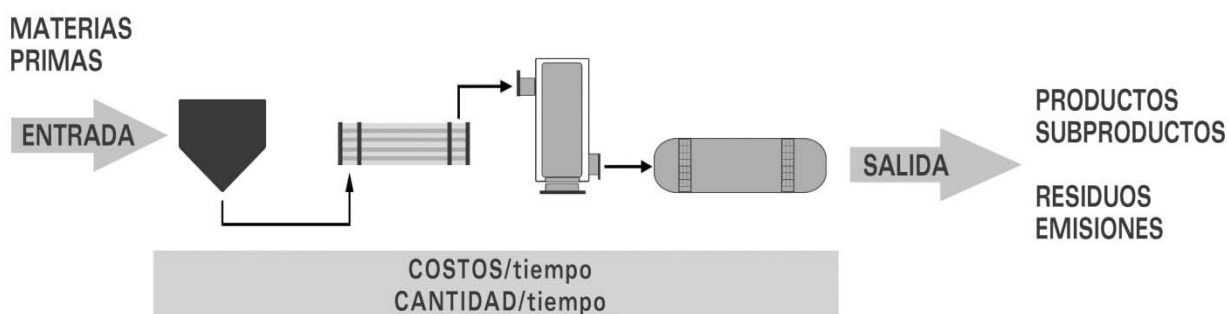


Figura 5. Diagrama de entradas y salidas en el proceso.

El balance de entradas y salidas establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, etc.), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo:

$$\text{Materias primas} - (\text{Productos} + \text{Subproductos}) = \text{Residuos} + \text{Emisiones}$$

Esta ecuación permite detectar posibles fallas en el proceso, definir el impacto del mismo en función de la cantidad de residuos generados y analizar las posibilidades de reutilización o reciclaje de estos residuos. Es también la base para establecer rendimientos del proceso y determinar costos del producto y posibles subproductos. En el recuadro de la página 16 se presenta los aspectos principales de un análisis de entradas y salidas de un proceso.

No obstante, entre los principales aspectos a tomar en cuenta al momento de establecer indicadores, resaltan el nivel tecnológico del proceso y sus áreas de trabajo, aspectos que facilitan la identificación de puntos críticos y las recomendaciones de P+L.

Por otro lado, es necesario establecer que las unidades a considerar en los indicadores dependerán en gran medida del rubro evaluado y del tipo de insumos de la empresa o proyecto (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores de procesos.

Indicador	Ejemplo de unidades de medida
Cantidad de agua consumida por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción
Cantidad de efluentes o aguas residuales por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción
Cantidad de energía consumida por unidad productiva	Kwh. / ton de producción
Cantidad de combustibles y lubricantes consumidos por unidad productiva	Gal / ton de producción
Cantidad de materia prima consumida por unidad productiva	Kg. / ton de producción
Cantidad de sub-productos generados por unidad productiva	Kg. /ton de producción
Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva	Kg. ó Lbs. / ton de producción
Cantidad de emisiones al aire: calor, ruidos, polvo, contaminantes por unidad productiva	Litro o m ³ / ton de producción

Fuente: CNP+LH

2. INDICADORES AMBIENTALES

Un adecuado control ambiental en una empresa o proyecto se realiza cuando se puede planificar, controlar y supervisar la gestión de los factores ambientales. Por lo tanto, las herramientas de gestión ambiental más importantes son los indicadores que se constituyen en un factor que permite reducir continuamente la contaminación y facilita la comunicación con grupos externos interesados en el tema.

Uno de los principales atributos de los indicadores ambientales es la capacidad de cuantificar la evolución de la empresa en la protección ambiental, permitiendo comparaciones año tras año. Los indicadores, evaluados periódicamente, permiten detectar rápidamente tendencias por lo que son sumamente útiles en los sistemas de alerta temprana. Al comparar la información de indicadores ambientales de diferentes empresas, o diferentes departamentos dentro de la misma empresa, se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización, por lo que estos son esenciales para la definición metas en un programa de mejora.

ANÁLISIS DE ENTRADAS DE MATERIALES:

- Identificación de las pérdidas debido al almacenamiento y manipulación de materia prima.
- Identificación del consumo de materia prima.
- Identificación del consumo de agua.

ANÁLISIS DE SALIDAS DE MATERIALES:

- Cuantificación de productos, subproductos, residuos y emisiones.
- Identificación de los volúmenes de subproductos que se reciclan.
- Registro de los residuos y emisiones generadas, y procedimientos de gestión.
- Clasificación de los residuos en no contaminantes y contaminantes.

Cuadro 4. Escala y tipos de indicadores ambientales que pueden definirse

Escala	Tipos de indicadores que pueden definirse
Global	• Relacionados con gases de efecto invernadero, según listado de Protocolo de Kioto (CO2 Equivalente). • Relacionados con sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, según listado de Protocolo de Montreal. • Relacionados con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), según listado de Protocolo de Estocolmo.
Local	• Relacionados con emisiones atmosféricas: material particulado, Dióxido de Sulfuro (SO2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). • Relacionados con vertimientos de aguas residuales: Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Carbón Orgánico Total. • Relacionados con consumo: agua y energía (combustibles, electricidad). • Relacionados con la reducción de generación de residuos. • Relacionados con costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.

(Ministerio Federal del Medio Ambiente, 2007)

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El proceso de transformación primaria de la madera inicia con el árbol en troza o en rollo y constituye la base del procesamiento industrial de la madera (Pomareda, Brenes, & Figueroa, 1998). Las trozas de madera provenientes del bosque son procesadas en aserraderos y convertidas en madera dimensionada, que se destina a una amplia gama de usos finales: material de construcción, fabricación de embalajes (cajas para empaque de frutas y hortalizas, tarimas, etc.), muebles, utensilios y otros. De las trozas para aserrar y para chapas se obtienen las maderas aserradas, los tableros de madera y las maderas terciadas, que son utilizados para la fabricación de muebles, estacas, palos de escoba y otros productos.

Los bosques de coníferas se caracterizan por el dominio de los pinos y por una baja biodiversidad. Se hace una extracción selectiva de los árboles de mayor tamaño. La edad óptima para la corta es de 45-50 años de árboles con un diámetro base de 45-50 cm. También es usual que se extraigan árboles más pequeños para postes de luz y teléfono.

I. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Las actividades relacionadas con el aserrado de la madera incluyen diversas formas de producción, que van desde una distribución por proceso (las máquinas, empleados y materiales se distribuyen de acuerdo a la secuencia de operaciones requeridas para producir) hasta una combinación de proceso-producto. Aquí las máquinas se alinean de forma tal que el flujo de la madera obedece una secuencia de operaciones (casi continuas) de acuerdo a la forma y el tamaño de la pieza que sale de la operación precedente.

2. MANO DE OBRA

Existe suficiente mano de obra disponible en los lugares donde se asienta la producción primaria (aserraderos) tanto calificada (especializada por ellos mismos) como no calificada. En algunas regiones del país la actividad maderera es una importante fuente de empleos.

3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

Para determinar a qué categoría pertenece una pieza de madera debe comprobarse si cumple las especificaciones de la norma correspondientes a esa categoría. En las fichas se resume cuáles son estas características.

Las piezas se clasifican atendiendo a las singularidades del material ligadas a:

- Características generales: contenido de humedad, densidad y dimensiones.
- Anatomía de la madera: nudos, entrecasco, bolsas de resina, fendas, desviación de la fibra, madera de reacción y juvenil y anillos de crecimiento.

- Aserrado de las piezas: médula y gemas.
- Alteraciones biológicas: alteraciones por hongos, alteraciones por plantas parásitas, alteraciones por insectos xilófagos.
- Deformaciones: curvatura de cara, curvatura de canto, atejado o abarquillado, alabeo.

Tecnología de aserrío: la tecnología para el aserrado de la madera se constituye como una de las características más importantes de la industria maderera. La utilización de tecnología obsoleta en los aserraderos, repercute en la productividad y los rendimientos.

Producto terminado: la calidad del producto terminado como muebles, piezas de madera de grado, etc., es muy buena lo que les confiere un reconocimiento en el mercado internacional.

B. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA FORESTAL PRIMARIA

Desde el punto de vista técnico, el proceso de transformación de la madera consta de tres etapas: a) acopio de trozas; b) aserrado de la madera; y c) baño anti-manchas, clasificación, secado y almacenamiento (Figura 6). De esta forma, el proceso es considerado secuencial, dependiendo del producto a obtener y la calidad de la troza aserrada. Cabe mencionar que cuando el producto final es el tablón (*timber*), se obvian las operaciones de re aserrado y canteado de la madera, ya que estos productos salen directamente de la sierra principal (aserradora) hacia la sierra despuntadora.

I. ETAPA DE ACOPIO DE TROZAS (MADERA EN ROLLO)

Esta etapa inicia con la llegada de camiones cargados con trozas de madera al patio de acopio del aserradero (área amplia y despejada para el almacenamiento temporal de trozas).

En ese momento, se revisa la factura que garantiza la legitimidad de su procedencia, se mide o se pesa el volumen y se descarga. Seguidamente, se clasifica (puede ser por procedencia, diámetro, calidad, etc.) para los procesos posteriores. De esta etapa se generan residuos sólidos (cortezas, ramas, astillas, etc.), que pueden ser utilizados como abono orgánico o como material de combustión.



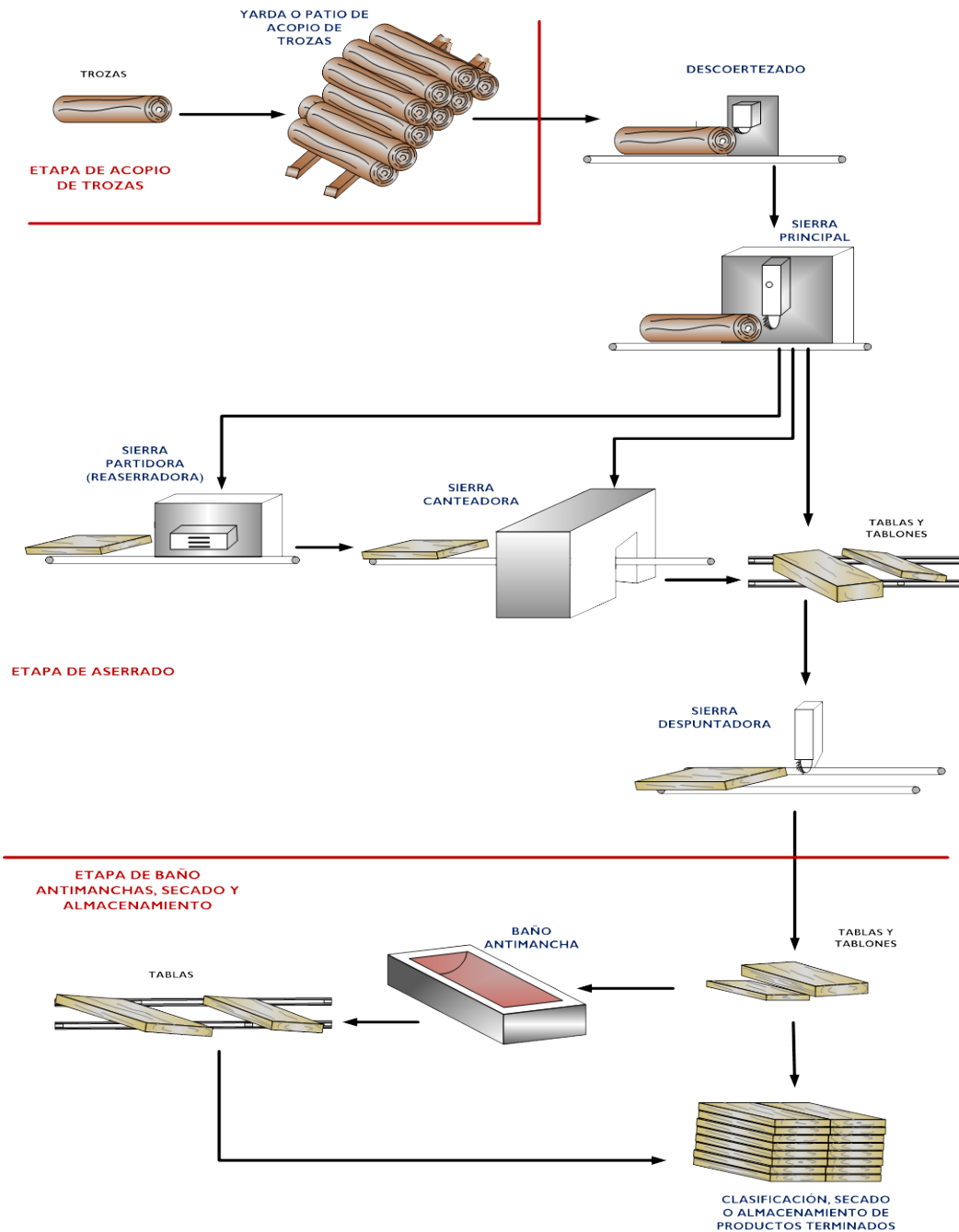


Figura 6. Diagrama de flujo de un aserradero estándar.

Fuente: CNP + LH

2. ETAPA DE ASERRADO DE LA MADERA

a. Descortezado de la madera

El descortezado puede ser manual o mecánico, ambos producen residuos sólidos que pueden ser utilizados como abono orgánico o como material de combustión.

b. Aserrado principal

En esta sub-etapa se cortan las orillas de la troza para obtener un tablón de madera con escuadra en una o todas sus caras longitudinales. Esta operación se realiza en la sierra principal, que puede ser de tres tipos: sierra de cinta y carro, sierra circular o de disco y sierra alternativa.

Normalmente, se utiliza una sierra de cinta con volantes para el corte de trozas gruesas, equipada con un sistema de giro y porta trozas que mantiene una velocidad constante durante el corte.

Las tablas o tablones pasan a la sierra partidora (reaserradora) o a la sierra canteadora, dependiendo del tipo de producto. En esta sub etapa se generan subproductos de madera llamados orillas con corteza (lomos o capotes) que son aprovechados para la fabricación de cajas de empaque de tomates, nasas para pesca, palillos para escobas y clips para las fosforeras.



c. Sierra partidora (reaserradora)

La sierra partidora o reaserradora tiene como función principal transformar los tablones en tablas. Asimismo, realiza cortes paralelos al corte de referencia (corte de escuadra) con mayor precisión que la sierra principal. El equipo de esta sub etapa está compuesto por una mesa de corte con una banda guía que regula el grosor del corte y realiza las tareas de avance, además de un rodillo de presión que mantiene la pieza en la posición adecuada. Al igual que con la sierra principal, la sierra partidora puede ser de banda o circular.



d. Sierra canteadora

Las tablas provenientes de la sierra partidora o de la sierra principal, pasan a la sierra canteadora que realiza dos cortes a la pieza, uno a cada lado de la tabla, para definir el ancho requerido. Los cortes se realizan en dirección longitudinal a la pieza. En esta sub etapa se utiliza una máquina compuesta por una mesa de entra-



da, rodillos de alimentación y un eje en el que se disponen al menos dos sierras circulares. Una de estas sierras es fija, la otra se desplaza a lo largo del eje, definiendo así el ancho de la pieza. A la salida de la máquina se disponen unos rodillos de evacuación para facilitar el desplazamiento de las piezas.

e. Sierra despuntadora

La sierra despuntadora realiza dos cortes transversales en la pieza, determinando así la longitud de la tabla. Este proceso se realiza con una sierra circular colocada al final de la línea de flujo del aserrado. Estas máquinas están provistas de mesas con rodillos en ambos lados y topes en el extremo de salida de la pieza para darle el largo deseado a la tabla con mayor precisión.



3. ETAPA DE BAÑO ANTI MANCHAS, SECADO Y ALMACENAMIENTO

a. Baño antimanchas

Los tratamientos fungicidas realizados a la madera en los aserraderos tienen la finalidad de evitar la aparición de la mancha azul durante los 2 ó 3 meses que puede durar el secado natural o durante un periodo de hasta 15 días previo a que se lleve a cámaras de secado. Estos tratamientos consisten en la inmersión de las tablas y tablonés en una pileta (balsa o bañera) que contiene la solución anti manchas. Esta solución también se puede aplicar en cámaras con aspersores en los cuatro costados. El tiempo de tratamiento dependerá del producto utilizado. Después del tratamiento la tabla se saca y se dejan escurrir previo a su traslado al área de secado. En esta sub etapa del proceso, se generan residuos lodos semisólidos resultantes de la combinación del aserrín y virutas con la solución fungicida.



b. Clasificación de madera

Después del baño anti manchas, las tablas se ordenan de acuerdo a las dimensiones de corte (largo, ancho y grueso), para su clasificación. Las piezas se clasifican con criterios o normas internacionales de acuerdo con los requerimientos de los clientes.

c. Secado de la madera

A la salida del proceso de transformación, la madera presenta una humedad superior al 80%. En estas condiciones, la madera no es apta para comercializarse debido a su carácter higroscópico y a su vulnerabilidad frente al ataque de algunos hongos, principalmente los que producen la mancha azul. La madera debe alcanzar una humedad de menos del 20% para que pueda ser usada por lo que debe ser sometida a un proceso de secado. En la actualidad se usan diversos métodos de secado que se agrupan en

dos grandes categorías: secado al aire libre y secado artificial en cámaras. Para el secado al aire libre, se dispone la madera en pilas lo que permite la circulación del aire hasta alcanzar el grado de humedad del ambiente. El secado artificial consiste en forzar el proceso en cámaras donde se puede manejar temperatura y humedad. Existen cuatro métodos de secado artificial:

- Secado en cámara con aire caliente climatizado
- Secado en cámara con bomba de calor en circuito cerrado
- Secado en cámara con bomba de calor en circuito abierto
- Secado a alta temperatura

El secado al aire libre permite bajar la humedad de la madera hasta 14 ó 18% en un tiempo de 1 a 3 meses. En este tipo de secado es necesario el empleo de productos químicos que previenen la aparición de la mancha azul. Este proceso de secado es afectado por las condiciones meteorológicas, por la separación de rastreles, el grosor de la madera, etc. Cabe mencionar, que para efectos de la presente guía, se consideran solamente los impactos ambientales que puedan ocurrir en el secado al aire libre.

En el proceso de secado de la madera intervienen diferentes factores como: la humedad, la temperatura a la que esté expuesta, y la velocidad del viento. La madera debe llegar a un grado de humedad similar a las condiciones ambientales donde vaya a utilizarse. Si la madera va a ser utilizada para la fabricación de paneles o para la fabricación de muebles, se requiere que el grado de humedad sea bajo, entre un 10 o 12%. Cuando la madera es requerida para puertas o ventanas su nivel de humedad debe ser próximo a 14 ó 15%, para las estructuras, como vigas, que son sometidas a la intemperie, el porcentaje de la humedad debe ser de 21 a 24% y si está en contacto directo con el agua su nivel de humedad será de 30%.

d. Almacenamiento del producto terminado

Una vez seca, la madera se almacena en el parque de salida, en donde puede estar al aire libre, bajo techo o en una instalación cerrada. En el parque de salida se organiza la madera por dimensiones, en pilas, en función de sus características o de sus destinos, según el sistema de venta y de transporte de cada empresa.

4. MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Un producto de madera aserrada queda, en general, definido por la especie y por las dimensiones del corte realizado.

a. Madera de pino

La industria de transformación primaria de la madera se ha concentrado en el bosque de pino. En el bosque hondureño predominan siete especies de pino², siendo los más importantes el *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* y *P. pseudostrobus*:

La madera llega al aserradero en rollo o en troza proveniente del bosque. Aquí son clasificadas por criterios como: defectos (curvaturas, hongos, quemaduras, ramazón), especies, diámetros y largos. Algunos aserraderos lo hacen de acuerdo a la calidad de la troza (sin ramas, circulares, derechas, etc.). Las trozas aserradas y convertidas en madera dimensionada, que se destina a una amplia gama de usos finales

² *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. patula* spp. *tecunumanii*, *P. ayacahuite*, *P. hartwegii*, *P. maximinoi* (variedad trifoliata), y *P. pseudostrobus*.

de acuerdo a su calidad, tales como material de construcción, fabricación de embalajes (cajas para empaque de frutas y hortalizas, tarimas, etc.), muebles, utensilios y otros.

b. Productos químicos para el baño anti manchas

Los productos químicos aplicados en el baño anti manchas tienen el objetivo de impedir que se desarrolle el hongo cromógeno que provoca cambios de color de la madera entre grisáceo y azulado (mancha azul) que disminuye su valor estético y comercial. La madera de grado, pasa a ser tratada con soluciones de compuestos químicos que contienen sustancias de la familia de los fenoles (tribromofenol o dos fenilfenol comúnmente llamado preventol) cuyos derrames deliberados o accidentales son altamente contaminantes para cuerpos de agua, superficial y subterráneos, para los suelos y tiene efectos negativos en la salud de los trabajadores.

Al momento de aplicar el fungicida es necesario seguir las normas del fabricante: dosis, diluciones, equipo de protección para aplicadores (guantes, mascarillas, botas de caucho sintético o goma, delantales o pecheras, etc.)

c. Agua

En los aserraderos el agua tiene dos usos: primero, se emplea para el riego de calles y zona de acopio de madera (cuando son de tierra) para evitar que se levante el polvo y, segundo, como disolvente de los productos químicos del baño anti manchas. En ninguno de los casos recibe tratamiento y no es necesario que cumpla con requisitos de calidad. No obstante, sí es necesario que presente condiciones de baja dureza para proteger el equipo.

C. IMPACTOS AMBIENTALES ORIGINADOS POR EL PROCESO

En un proyecto de aserrado primario de la madera, el tipo e intensidad del impacto ambiental es determinado en gran medida por la planeación las actividades; por lo que la etapa de factibilidad del proyecto es clave para evitar efectos adversos. Los planificadores de proyectos deberán concebir la construcción de las obras físicas, operación y cierre de los aserraderos con los mínimos impactos en el entorno y bajo un esquema de uso racional de recursos y servicios.

Durante la etapa de construcción se afecta el suelo como consecuencia del acondicionamiento del terreno, la cimentación y el levantamiento de la infraestructura. Además, se generan impactos por el manejo inadecuado de los residuos sólidos (aserrín, partes de madera, etc.) que provienen de la transformación de la madera, se generarán emisiones atmosféricas producto de los gases emitidos por los vehículos de transportes y manejo de madera en rollo, las emisiones de polvo ocasionados por movimiento de estos vehículos en el plantel. También se pueden producir impactos ambientales en la etapa de cierre y post clausura, pero estos también dependerán de la planificación de las actividades del desarrollador del proyecto.

Durante la etapa de operación las actividades del proceso productivo son continuas en la zona, por lo que esta fase es la más crítica en cuanto a impacto ambiental. A continuación se analizan los principales residuos y emisiones de un proyecto de aserrado de madera.

I. RESIDUOS SÓLIDOS

Las actividades que se realizan en la etapa de descarga, clasificación y acopio de la materia prima generan residuos sólidos: corteza y tierra. Las cantidades de residuos sólidos en esta fase son mínimas, por lo que sus impactos son de baja magnitud, especialmente si se siguen las medidas de prevención indicadas.

En la segunda etapa del proceso (aserrado de la madera) se genera la mayor cantidad de residuos sólidos de madera: aserrín, virutas, cortezas, partes de madera del despunte, orillas con corteza, etc. Cuando estos residuos no se manejan adecuadamente, originan impactos ambientales que se constituyen un problema para la industria maderera en general.

Finalmente, en la etapa de secado, almacenamiento de la madera terminada y actividades generales del aserradero (clasificación, embalaje, mantenimiento de equipos y maquinaria y funcionamiento de oficinas) se pueden producir:

- Residuos sólidos domésticos, generados en oficinas, comedor, etc. (papel, cartón, restos de embalajes, plásticos, restos orgánicos, etc.).
- Aceites, grasas, solventes de las operaciones de mantenimiento de maquinarias y equipos, así como aceites de recambios de lubricantes.
- Otros residuos sólidos: filtros, envases vacíos y elementos de limpieza contaminados con restos de grasa, aceites y solventes.

En este tipo de industria los residuos sólidos domésticos no representan un problema, deben ser recolectados separadamente y dispuestos en el relleno sanitario de la localidad. Los demás residuos requieren de un manejo adecuado dentro de la planta y de la gestión con la alcaldía municipal o con entidades privadas para su disposición final.

En esta última etapa, se deben añadir los residuos sólidos generados en el estanque del baño anti manchas, considerados de alta toxicidad. Estos lodos son compuestos principalmente de aserrín, tierra y las soluciones anti hongos. Cuando los residuos no son manejados apropiadamente pueden producir impactos de gran magnitud sobre el suelo, agua, flora y fauna. El volumen de estos lodos depende del tamaño del aserradero.

2. RESIDUOS LÍQUIDOS

En esta primera etapa del acopio de madera en rollo los únicos efluentes líquidos generados en el patio de acopio, serán las escorrentías de las aguas lluvias que podrán arrastrar tierra y restos de cortezas adheridas.

Por otra parte, la última etapa se constituye como única fuente generadora de residuos líquidos provenientes del baño anti manchas que, como se mencionó anteriormente, contienen derivados fenólicos que tienen un alto impacto contaminante sobre los cuerpos de agua y son peligrosos para la salud de los trabajadores.

3. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

a. Emisiones de gases

Las emisiones de gases en los aserraderos se dan exclusivamente en la primera etapa del proceso (área de acopio de trozas), producidas por el equipo de manejo y de transporte de trozas, durante su carga y descarga, lo que afecta la calidad del aire y la salud de los trabajadores.

b. Ruido

En el patio de acopio de trozas se producen emisiones sonoras fuertes provenientes de las fuentes móviles para manejo de trozas (camiones y cargadoras). Cuando los aserraderos se encuentran alejados de las viviendas, el ruido afecta únicamente a los trabajadores.

Durante el aserrado de la madera se producen también emisiones sonoras provenientes de fuentes fijas del proceso industrial (equipos y maquinaria de aserrado, canteadoras, despuntadoras, ciclones, etc.). Como los aserraderos suelen estar alejados de los núcleos poblados los ruidos afectan principalmente a los trabajadores, por lo que el uso de protectores para el oído en las estaciones de trabajo es indispensable.

c. Emisiones de polvo y humo

El movimiento de las máquinas durante la descarga y manejo de trozas levanta polvo en las áreas de acopio de la madera, principalmente cuando el piso es de tierra. Durante el procesamiento de la madera las emisiones de polvo son mínimas por su alto contenido de humedad (aproximadamente 80%) y porque las máquinas empleadas están equipadas de sistema neumático de extracción de polvo. Además se emplean fosos que recogen los residuos de madera.

Sin embargo sí puede existir liberación de partículas por un manejo y disposición inadecuados de los residuos sólidos. En efecto el viento puede dispersar pequeñas partículas de madera provenientes de la mala disposición del aserrín o de las salidas de sistemas de extracción cuando estos no están provistos de filtros de contención. Este problema puede agravarse cuando los residuos son quemados lo que libera dióxido de carbono y suspende partículas en el aire. Esta contaminación sin duda se reduciría si los residuos fuesen quemados en una planta de generación energética que operara con una alta eficiencia de combustión y con equipos de control de contaminación.

V. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



En el contexto de la Producción más Limpia, las "buenas prácticas" comprenden una serie de medidas voluntarias y de fácil aplicación para aumentar la productividad, bajar los costos, reducir el impacto ambiental de la producción, mejorar el proceso productivo y elevar la seguridad industrial (ver recuadro). A través de una serie de instrumentos de gestión de costos, gestión ambiental y gestión organizativa se logra mayor eficiencia en los tres ámbitos y se establecen las bases de un proceso de mejora continua (ONUDI, 1999) (CONAM, 2003) (PNUMA, 2003).

La implementación sistemática de las buenas prácticas implica la formación de un equipo de trabajo comprometido con el programa de P+L que vincule al personal clave para: la evaluación de las condiciones de la planta y de oportunidades de mejora; el análisis de propuestas de mejora que sean económica, técnica y ambientalmente viables; la selección de las mejores alternativas; implementación de las alternativas seleccionadas; el monitoreo y evaluación de los cambios, y la revisión de las mejoras e identificación de nuevos perfeccionamientos.

Para lograr todos estos beneficios y que la empresa logre que estas buenas prácticas sean implementadas de una manera sistemática que permita un manejo sostenible en el tiempo, la organización debe enfatizar la programación y ejecución de las siguientes actividades (ONUDI, 1999):

OBJETIVOS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS

- Optimizar el consumo de materia prima, agua y energía; evitar el desperdicio de costosas materias primas y por lo tanto, reducir los costos de operación.
- Reducir la cantidad y el grado de contaminación de los residuos sólidos, aguas residuales y emisiones atmosféricas.
- Optimizar la reutilización y el reciclaje de materias primas y material de embalaje.
- Mejorar las condiciones de trabajo y de la seguridad en el trabajo.
- Mejorar la organización del proceso productivo.

- Organización y compromiso del equipo de Producción más Limpia, que involucre al personal vinculado con el proceso (por ejemplo: producción, calidad, mantenimiento, compras, etc.)
- Evaluación de las condiciones actuales del aserradero e identificación de las oportunidades de mejora.
- Análisis de las oportunidades de mejora identificadas que sean económica, técnica y ambientalmente viables.
- Selección de las mejores alternativas.
- Implementación de las alternativas seleccionadas.
- Monitoreo y evaluación de las mejoras implementadas.
- Revisión de las mejoras, identificación e implementación de nuevas mejoras.

El resultado de la implementación efectiva de estas actividades puede medirse a través del análisis del porcentaje en la reducción de costos de operación por producción mensual de madera.

A. BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

I. CAPACITACIÓN DE PERSONAL

La capacitación de personal implica la ejecución de una serie de actividades organizadas en forma sistemática, con el propósito de brindar los conocimientos, habilidades y actitudes, para incidir en el mejoramiento del desempeño de sus funciones laborales y profesionales; además de orientar las acciones al cumplimiento de los objetivos de la empresa o proyecto. La gestión de la capacitación, que se debe hacer en todas las áreas de la empresa o proyecto, incluye los siguientes pasos: el diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC); el diseño del plan anual de capacitación; la ejecución de la capacitación y la evaluación de los resultados (UNAM, 2008).

El DNC es el análisis que determina en qué se va a capacitar, a quien(es), por cuanto tiempo y cuando. Para realizarlo se deben agotar los siguientes pasos:

- Determinar, junto con la gerencia o la dirección de la empresa, el alcance de la capacitación; es decir si esta se hará para toda la institución, solamente abarcará un proceso, un área, un cargo, etc.
- Definir el equipo capacitador que puede incluir a supervisores, jefes de unidad, técnicos y otros empleados clave acompañados por un facilitador.
- Identificar las necesidades de capacitación más relevantes. Se solicita a los participantes anotar en una hoja las necesidades de mejoramiento en su área. El facilitador unifica la información en una lista para determinar las necesidades más relevantes por votación, se recomienda seleccionar cinco temas.
- Elaborar, para cada tema seleccionado, una ficha informativa que incluya: la descripción de la necesidad, conocimientos y habilidades requeridas; el momento en que estos son requeridas; el lugar físico y las interacciones involucradas con los conocimientos y habilidades, y los riesgos y consecuencias de no hacer la capacitación.
- Ordenar cada necesidad de capacitación identificada y seleccionada por prioridad. Se sugiere asignar un puntaje de uno (menos importante) a cinco (más importante).

Una vez agotados los cinco puntos anteriores se realiza un informe del DNC, base para el diseño, ejecución y evaluación del plan de capacitación. El cuadro 5 presenta algunos temas recurrentes dentro de un programa de capacitación de P+L.

Cuadro 5. Temas de capacitación básicos en una empresa o proyecto.

Área de Capacitación	Temas
Salud ocupacional y Seguridad Industrial	Equipo de protección personal, riesgos que corre el empleado en la empresa, primeros auxilios, Procedimientos de Higiene y Seguridad, entre otros. Especificar zonas potenciales de riesgos como fugas de vapores, explosiones o incendios, capacitar en operaciones que involucren el manejo de solventes inflamables.
Procesos	Tipos de equipo y herramientas utilizadas para la transformación primaria de la madera, detalle del proceso productivo riesgos ambientales de cada una, Mecanismos de Desarrollo Limpio y Buenas Prácticas de Producción más Limpia
Insumos	Capacitación básica en manejo de materiales para el conocimiento de las sustancias utilizadas como recursos e insumos, su uso eficiente, afecciones a la salud y consecuencias en caso de manejo inadecuado.
Residuos y subproductos	Conceptos generales y manejo de los lodos del baño anti manchas, residuos sólidos como aserrín, cortezas, etc., así como subproducto del proceso.
Legislación y Ambiente	Legislación aplicable y temas relacionados a la protección ambiental como ser: Ley general del ambiente, Ley forestal, Código del Trabajo, etc.

Fuente: CNP+LH.

2. MANTENIMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES

El objetivo de la presente sección es facilitar las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o instalación que forma parte del proceso productivo. Por lo tanto, es indispensable conocer el equipo básico necesario para desarrollar cada una de las etapas del aserrado de la madera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Equipo básico e instalaciones para la transformación primaria de la madera

Etapa del proceso	Equipo e instalaciones
Etapa de recepción y almacenaje temporal	Camiones Cargador con grúa horquilla Moto sierra
Etapa de aserrado	Descortezados Mesa alimentadora de trozas Volteador de trozas Sierras de cinta principal con carro porta trozas Sierra re aserradora o desdobladora Canteadora simple o múltiple Despuntadora simple o múltiple (sierra circular) Transportadores longitudinales con rodillos Sistema de extracción de polvo (ventola, tuberías, silos, etc.)
Secado Artificial (si existe)	Cámara de secado Caldera
Curado de Madera (si existe)	Cámara de curado de maderas por vacío y presión
Otros	Máquina flejadora Equipo de afilado compuesto por lo menos de: tensionadora, soldadora, cizalla para corte de sierras y herramientas para recalcar, trabar y hacer mediciones micrométricas y angulares

Fuente: CNP+LH (ver Anexo 3 Proveedores de Tecnología para la Industria Forestal Primaria)

Una vez que se ha identificado el equipo básico que participa en el proceso, es necesario realizar un inventario del mismo, lo cual facilitará las acciones de mantenimiento de acuerdo a las especificaciones de cada máquina o aparato. En este sentido, cabe establecer que el mantenimiento debe entenderse como las “tareas de inspección, control y conservación de un equipo o instalación, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos”.

A continuación se detallan algunas recomendaciones generales para implementar un adecuado programa de mantenimiento en el equipo e instalaciones de los aserraderos:

- Deben definirse los encargados directos del mantenimiento de las máquinas y equipos; en distintas áreas del proceso Los encargados nombrados deben tener el conocimiento global sobre instalaciones y disponer de las técnicas para la prevención y resolución rápida y eficaz de los desperfectos.
- Hacer un inventario de todo el equipo (accesorios, repuestos, piezas de cambio) que permita programar compras y cambios oportunos que tomen en cuenta los tiempos de entrega por parte del proveedor (filtros, sellos, válvulas de control, accesorios para las tuberías, etc.).
- Ubicar el manual de uso y mantenimiento original del equipo, en un área visible y cercana al equipo al cual corresponde, para que esté accesible al responsable del mantenimiento.
- Establecer un manual con información básica de buen uso para los operarios de los equipos del plantel que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano, lo operarios deben ser capacitados en su uso. El manual y sus recomendaciones principales siempre deben estar a la vista en el área del proceso a que corresponden.

- Establecer un registro de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión y temperatura; voltaje en las maquinarias y equipos; peso de aceite etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- La elaboración de registros de control de las máquinas con que se cuente la transformación de la madera, facilitará la recolección y compilación de la información para definir fechas de revisión y mantenimiento (ver Anexo 4 Formatos para el control de buena practicas de P+L).
- La creación de un registro de averías e incidentes, que será de constante uso por parte del operador de los equipos, esto servirá de guía a los responsables del mantenimiento para que este sea optimo.
- El departamento o el responsable del mantenimiento debe establecer un “Plan de Lubricación”, comenzando con plazos cortos para analizar los resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Planificar una revisión periódica de todos los sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc.
- Establecer controles de uso y sustitución oportuna de elementos de desgaste y cambio frecuente como cadenas, rodamientos, correas, etc. en función del tiempo de uso recomendado por el fabricante, de las observaciones de operarios y técnicos de mantenimiento y de las condiciones particulares de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc.
- En el aserradero se debe habilitar un taller y patio de maquinarias para labores de mantenimiento de los equipos maquinaria y vehículos. Estas instalaciones donde se manipulan lubricantes, combustibles y otras sustancias deben contar con pisos en concreto, cunetas y demás instalaciones que, ante cualquier eventualidad, eviten que dichos materiales puedan alcanzar los suelos. Estas instalaciones contarán con el debido mantenimiento y se aplicarán las siguientes medidas:
 - Los cambios de aceites, la limpieza de maquinaria y el reabastecimiento de combustible se realizarán, únicamente, en los patios de máquinas. Los aceites, lubricantes, combustibles, etc., se dispondrán en barriles adecuados y etiquetados, los cuales serán tratados adecuadamente.
 - El área habilitada para el cambio de aceite y reabastecimiento de combustible, estará diseñado para evitar fugas, así como los depósitos de aceites, combustibles, etc., además incluirá un sistema específico de recolección y almacenamiento.
 - Los residuos presentes en las áreas se limpiarán diariamente y se realizará un retiro total de cualquier tipo de residuo generado en el taller de mantenimiento (neumáticos, cajas, papeles, plásticos), los cuales serán retirados a lugares de disposición final autorizados.

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA ASEGURAR LA CALIDAD Y EL DESEMPEÑO ÓPTIMO DEL PROCESO

Para asegurar la calidad del producto, se recomienda cumplir con las especificaciones del proceso productivo del aserrado y con buenas prácticas de operación que se resumen a continuación:

a. Recomendaciones para los procedimientos operacionales

- Diseñar manuales de procedimientos para el control de operación.
- Normalizar los trabajos mediante el uso de los procedimientos documentados (mediciones, registros en los puntos de entrada y de salida de los procesos, hojas de registro).

- Establecer registros que garanticen el control y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas en el proceso (ver Anexo 4 de Formatos para el control de buena practicas de P+L).
- Establecer programas y acciones de capacitación dirigidos a los empleados en la aplicación de procedimientos, en manejo y uso de registros, en prácticas de limpieza y seguridad industrial (uso de equipo de limpieza, mascarillas, equipo de protección), en buenas prácticas de manejo y Producción más Limpia
- Implementar espacios de presentación y discusión que permitan a los empleados intercambiar conocimientos técnicos y estrategias de operación para mejorar la calidad y rendimiento.

b. Recomendaciones para el Control de costos

- Conocer el requerimiento unitario de materias primas, mano de obra, energía y controlar el costo del producto por equipo utilizado.
- Calcular el costo de los productos (planificación), basarse en el presupuesto estipulado y posteriormente diseñar estrategias para reducir costos.

c. Recomendaciones para el control de calidad

- Contar con un sistema de gestión que permita un control de calidad.
- Disponer de los manuales de procedimientos en las distintas áreas del proceso.
- Hacer uso de las hojas de especificaciones de los materiales (asegurar buen manejo y almacenamiento).
- Registros para comprobar las fechas de vencimiento de los insumos.
- Establecer indicadores de rendimiento en cada una de las etapas del servicio.
- Establecer un programa de inducción para el personal, en el cual se dé a conocer los procesos y estándares de calidad requeridos.

d. Recomendaciones para la innovación tecnológica

- Registros y evaluaciones de las modificaciones en los procesos que se realicen.
- Registro de los resultados de los reemplazos de los equipos y motores de baja eficiencia energética.
- Registro de las mejoras en la distribución de los procesos para optimizar el flujo de materias primas y reducir su uso.
- Registros de resultados de la automatización de la dosificación de las materias primas.

e. Recomendaciones para salud ocupacional y seguridad industrial

El manejo efectivo de los riesgos y enfermedades ocupacionales y de los accidentes de trabajo es un elemento central en la implementación de las buenas prácticas en los aserraderos. Se debe entonces establecer una programa de salud ocupacional que identifique los riesgos en cada una de las áreas de trabajo; que evalúe los riesgos y su probabilidad de ocurrencia; que establezca medidas para erradicar o prevenir los riesgos identificados; que incluya un plan de contingencia a utilizar en casos de emergencia.

El programa de salud ocupacional y seguridad industrial podrá, de acuerdo a la identificación de riesgos potenciales, incorporar las acciones mencionadas a continuación:

- Programa de control de ruido.
- Programa de control de temperatura en áreas de trabajo.
- Programa de calidad de aire en el área de trabajo.
- Programa de manejo de sustancias y materiales peligrosos.
- Programa de dotación de equipo de protección personal.
- Programa de control de ejecución de trabajos en condiciones de riesgo (alturas, espacios confinados, trabajos con energía).
- Programa de condiciones optimas de iluminación.
- Programa de investigación y análisis de accidentes.

B. BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE AGUA, ENERGÍA Y MATERIAS PRIMAS: RECOMENDACIONES GENERALES

En esta sección se tratarán las prácticas generales de manejo de la empresa, orientadas al uso eficiente de agua, energía y materias primas; con el objetivo de disminuir los consumos, la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y atmosféricos y de promover una cultura de reutilización y reciclaje.

I. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

Para el proceso transformación de la madera se puede utilizar agua proveniente de diferentes fuentes: servicio público municipal, fuentes superficiales y fuentes subterráneas. En cualquier caso, el uso correcto del agua, la reducción en su consumo y la disminución de las aguas residuales que requieren tratamiento, son elementos clave para obtener impactos económicos y ambientales positivos.

En este sentido, deben identificarse las opciones que permitan incrementar la eficiencia y establecer una adecuada gestión ambiental, estas se pueden lograr con cambios sencillos en la operación o en las actitudes y costumbres, lo que con frecuencia requiere de poca o ninguna inversión económica. Estas modificaciones se deben decidir sobre la base de información precisa de los procesos y condiciones de la empresa relacionados con el uso del agua, haciendo énfasis en los que requieran mayor consumo.

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua (Cuadro 7), que al ser implementadas generan beneficios inmediatos para la empresa. Seguidamente se presenta la fórmula para calcular un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones dadas.

Como un complemento a estas recomendaciones el Anexo 8 (parámetros y alternativas para obtener eficiencia en el uso del agua), brinda información útil sobre estimaciones de pérdidas que se pueden presentar para diferentes situaciones, así como un ejemplo de cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. Así mismo, en el Anexo 4 se encuentra una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de actividades que se expongan en esta sección.

Cuadro 7. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente del agua en la operación.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consu-	Establecimiento de una línea base de consumo	• Definir un instrumento para el registro de consumo de agua (ver Anexo 7. Parámetros y alternativas de uso eficiente del agua).

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
mo de agua por etapa del proceso.	de agua.	• Instalar medidores de consumo u otro instrumento de medición de agua. • Registrar el consumo mensual de agua (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.
Implementar un plan de ahorro y control del uso del agua.	Reducción de los costos por el uso eficiente de agua en el baño anti manchas.	• Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance de agua para identificar puntos críticos de consumo. • Definir los requerimientos de agua por cada etapa del proceso. • Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de distribución de agua (limpieza y reparaciones) (ver Anexo 7. Parámetros y alternativas de uso eficiente del agua) • Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 7). • Sellar o desmontar las llaves de agua que son prescindibles. • Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de agua • Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua: mantener llaves de agua cerradas, etc.). • Monitorear y verificar la efectividad del plan de ahorro

Fuente: CNP+L

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por unidad de producción mensual

$$\Delta\% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(m^3 / \text{pt de tablas producidas mes actual}) - (m^3 / \text{pt de tablas producidas mes anterior})}{(m^3 / \text{pt de tablas producidas mes anterior})} \times 100$$

pt = pie tablar

2. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Normalmente, el uso de la energía eléctrica representa una considerable parte de los costos de producción en cualquier rubro o sector productivo, tal es el caso de la industria de la transformación de la madera considerando que toda la maquinaria fija es accionada con energía eléctrica. Por lo tanto, al realizar un manejo eficiente de la energía utilizada en el aserrado primario de la madera, se mejorará la competitividad en general de la empresa o proyecto.

Es entonces prioritario desarrollar una campaña de concientización sobre el uso de este insumo, ya que con el simple hecho de cambiar rutinas se pueden alcanzar resultados positivos en la reducción de costos. Concretamente, la eficiencia energética se puede lograr mediante la implementación de un plan de ahorro y control del uso de la energía, el cual debe ser de mejora continua. No obstante, cada empresa tiene sus propios procesos y tecnologías, por lo cual debe darse prioridad a aquellas actividades o etapas del proceso que demanden un consumo mayor de este recurso.

En el cuadro 8 se presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía, que pueden redundar en beneficios inmediatos. Seguidamente, se muestra un indicador de impacto, que permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Como un complemento a estas recomendaciones en el Anexo 8, “Parámetros y Alternativas para Obtener Eficiencia Energética”, se presenta una serie de cuadros con información útil sobre estimaciones de

consumo y pérdidas que se pueden presentar en diferentes situaciones, así como parámetros y alternativas de iluminación. También se hace el cálculo del ahorro que se puede obtener al implementar estas recomendaciones. En el Anexo 4 encontrará una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de medidas que se recomiendan en esta sección.

Cuadro 8. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la energía en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Establecer un plan de monitoreo del consumo de energía por etapa del proceso.	Establecimiento de una línea base de consumo de energía	- Definir un instrumento para el registro de consumo de energía (formatos para el control de implementación de medidas de uso eficiente de energía se encuentra en el Anexo 4). - Instalar medidores de consumo de energía por área o etapa del proceso en la planta. - Desarrollar un sistema de captura y análisis de información. - Registrar el consumo mensual de energía, potencia y factor de potencia (recibos y lecturas mensuales de los medidores) en las entradas y salidas de cada etapa del proceso.
Implementar un plan de ahorro y control del uso de energía.	Reducción de los costos por el uso eficiente de energía en el proceso y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (cuando la energía es generada por fuentes fósiles)	- Elaborar planos eléctricos y diagramas de ubicación de equipos e instalaciones eléctricas y censo de carga para definir los requerimientos energéticos por equipo y etapa del proceso. - Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar un balance energético para identificar puntos críticos de consumo. - Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por equipo y etapa del proceso (por ejemplo: instalaciones fuera norma, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras) (ver Anexo 8: parámetros y alternativas de uso eficiente de la energía). Esta actividad se puede basar en los resultados de una Auditoría de Eficiencia Energética del proceso. - Si la auditoría lo refleja, se recomienda instalar un banco de capacitores para controlar el factor de potencia. - Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema energético, equipo y maquinaria (limpieza y reparaciones). - Revisión y verificación de motores y de sus eficiencias acorde a especificaciones del fabricante vs. su uso actual. - Zonificar y automatizar los circuitos del sistema de iluminación. - Utilizar el nivel apropiado de iluminación por actividad y área de la planta (ver proveedores de tecnologías limpias en Anexos 2 y 3 y ver Anexo 8). - Utilizar luz natural colocando en la medida de lo posible láminas traslucidas. - Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente de energía: apagar las luces cuando no se necesiten, etc.) - Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de energía. - Mantener puertas y ventanas cerradas y debidamente selladas para evitar la fuga del aire acondicionado en oficinas. - Ajustar la temperatura de los aires acondicionados a un nivel de confort (25°C). - Apagar y desconectar los aparatos eléctricos y equipo de oficina cuando no se están utilizando. - Sustituir los bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC) para un mismo nivel de iluminación, y los tubos fluorescentes tradicionales por lámparas fluorescentes de balastro electrónico (ver proveedores en Anexo 3 y parámetros y alternativas para obtener efi-

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		ciencia energética en Anexo 8). • Instalar equipos y aparatos ahorradores de energía. (Por ejemplo: motores de alta eficiencia, variadores de velocidad, lámparas de tecnología LED). • Monitorear y revisar la efectividad del plan de ahorro.

Fuente: CNP+LH

$$\Delta\% \frac{\text{Kwh consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Kwh/m}^3 \text{ de tablas producidas mes actual}) - (\text{Kwh/m}^3 \text{ de tablas producidas mes anterior})}{(\text{Kwh/m}^3 \text{ de tablas producidas mes anterior})} \times 100$$

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

El manejo eficiente de las materias primas e insumos, diferentes al agua y a la energía que ya fueron tratados anteriormente, es uno de los puntos clave para propiciar impactos positivos económicos y ambientales en la empresa o proyecto. Por lo tanto, en la medida que la materia prima se utilice de forma correcta, aumentará el ahorro y se reducirá la cantidad de residuos. El ahorro se puede lograr a partir de la identificación de los materiales de mayor impacto en el proceso productivo fomentando su uso eficiente lo que reduce la generación de residuos de producción.

El cuadro 9 presenta una serie de recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima que redundan en beneficios inmediatos al ser implementados. Finalmente, es necesario desarrollar un indicador de impacto, el cual permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones. En el Anexo 4 encontrará una serie de formatos que pueden ser útiles para el monitoreo y registro de lo recomendado en esta sección.

Cuadro 9. Recomendaciones generales de P+L para el uso eficiente de la materia prima en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Definir un plan de monitoreo del consumo de materia prima por etapa del proceso (formatos para el registro de materias primas, Anexo 4).	Establecimiento de una línea base de consumo de materia prima.	• Definir un instrumento para el registro de consumo de materias primas. • Diseñar un diagrama de flujo que identifique las materias primas que entran y salen del proceso por etapa. • Registrar el consumo mensual de materias primas identificadas en las entradas y salidas de cada etapa del proceso. • Calcular el rendimiento actual de la materia prima (madera en troza, químicos del baño anti manchas y agua).
Implementar un control de consumo de la materia prima.	Reducción de costos por el uso eficiente de materia prima en el proceso.	• Con los requerimientos de materia prima por cada etapa del proceso, elaborar manuales de procedimientos para el control del uso y manejo eficiente de estos materiales. • Analizar los registros del plan de monitoreo y realizar una comparación de rendimientos de materia prima (definir porcentajes de eficiencia de uso, merma y desperdicio y producto no conforme). • Identificar y eliminar las causas del consumo excesivo por etapa del proceso (malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras). • Mantener en el área de trabajo únicamente los lotes de trozas necesarias para la cantidad de madera a producir.

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
		• Adquirir y manejar las cantidades necesarias de materia prima para la producción que está programada. • Identificar e implementar tecnologías y procedimientos innovadores para el manejo y control de los materiales. • Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de materia prima. • Monitorear y verificar la efectividad del control de consumo de la materia prima.
Establecer un programa de control de recibo y manejo de la materia prima.	Reducción de pérdidas por materias primas en mal estado o que no cumpla con las especificaciones al momento de ser utilizada.	• Obtener y revisar las hojas técnicas y especificaciones de la materia prima, en especial para asegurar el adecuado almacenamiento y manejo de los químicos para el baño anti manchas (ej. Preventol, etc.).³ • Identificar la materia prima en cada área de la planta (especificando si se trata de un material peligroso o contaminante, etc.). • Registrar las fechas y cantidades de compra de la materia prima. • Establecer un programa de verificación de las especificaciones de la materia prima, que permita revisar las trozas y los químicos para el baño anti manchas, para verificar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones de los mismos. • Transportar los químicos para el baño anti manchas, acorde a las recomendaciones de las hojas de seguridad y recomendaciones legales del país. • Instruir al personal sobre las medidas de manejo y uso adecuado de los químicos para el baño anti manchas, para evitar el daño o contaminación. • Almacenar los químicos en condiciones adecuadas de temperatura, humedad, libres de polvo, bien iluminadas y ventiladas, tomando en cuenta sus medidas especiales. • Monitorear y verificar la efectividad de los controles almacenamiento y manejo de la materia prima.
Establecer un programa de control de recibo y manejo de materiales auxiliares de menor uso pero alto valor	Reducción de costos y de pérdidas por insumos auxiliares de bajo consumo y alto valor en mal estado o por exceso de uso.	• Listar los insumos y materiales auxiliares de alto valor y uso poco frecuente utilizados en la planta. • Identificar y priorizar los de mayor consumo y establecer controles de uso similares a los establecidos para las materias primas. • Comparar diferentes alternativas de materiales e insumos auxiliares y utilizar las de menor costo e impacto ambiental. • Monitorear y verificar los controles de materiales auxiliares y su efectividad.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de materia prima consumida unidad de producción mensual $\Delta \% \frac{\text{unidades de materia prima (MP) consumidos}}{\text{Unidades de producción}} =$ $\frac{(\text{Unidades de MP} / \text{m}^3 \text{ de trozas producidas, mes actual}) - (\text{Unidades de MP} / \text{m}^3 \text{ de trozas producidas mes anterior})}{(\text{Unidades de MP} / \text{m}^3 \text{ de trozas producidas mes anterior})} \times 100$

3 Verificar si aplican reglamentaciones especiales a considerar en las recomendaciones legales en el capítulo legal de esta guía.

4. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES PARA LA INDUSTRIA FORESTAL PRIMARIA

En la transformación primaria de la madera se identifican residuos específicos que pueden controlarse para mejorar la eficiencia económica y ambiental del aserradero. Sin embargo, es necesario realizar un profundo análisis y cuantificación de todos los residuos sólidos y emisiones que aportan a las aguas residuales, emisiones gaseosas y generación de basura. Todo esto apoyaría el establecimiento del proceso de separación de residuos, para garantizar una adecuada gestión de la empresa.

a. Residuos sólidos

En la transformación primaria de la madera los residuos más abundantes son sólidos: residuos de madera, materiales auxiliares, empaques y otros como los repuestos usados de la maquinaria. Por otra parte, un análisis de las características de los residuos sólidos permitirá distinguir los que son peligrosos, los que se pueden reutilizar o reciclar y los que definitivamente se deben desechar. Este ejercicio permitirá establecer las opciones de tratamiento así como las estrategias de reutilización o reciclaje. Se debe tener en consideración que algunos residuos domésticos, como por ejemplo los derivados de cartón o plásticos, tienen un valor que puede recuperarse si son bien manejados.

b. Residuos líquidos

Los únicos residuos líquidos que se generan en el proceso de aserrado de madera son los asociados al baño anti manchas. Estos residuos en combinación con el aserrín y la viruta forman lodos que se sedimentan en el estanque de tratamiento anti manchas.

c. Residuos Peligrosos (RP)

Los aserraderos generan en el desarrollo de su actividad una serie de residuos peligrosos:

- Aceites usados en el engrase de maquinaria.
- Filtros de aceite de maquinaria.
- Lodos (aserrín impregnado de fungicida) acumulados en el fondo del estanque de tratamiento de la mancha azul.
- Envases vacíos de fungicidas.

d. Reutilización y Reciclaje

La reutilización y reciclaje de materiales y sub productos generados en el proceso de aserrado de madera, se constituyen en una oportunidad para mejorar el desempeño de la empresa, ya que estas medidas generan ingresos adicionales y reducen el volumen de desechos. En este sentido, destaca la reutilización de las orillas de la troza (lomos) como un sub producto y la recuperación y reutilización de la solución anti manchas en el proceso.

Se recomienda implementar una serie de recomendaciones generales para la reutilización y reciclaje de los residuos de la empresa o proyecto (Cuadro 10), las cuales podrían implicar la obtención de beneficios inmediatos. Finalmente, se recomienda utilizar un indicador de impacto, el cual permitirá comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones dadas.

Cuadro 10. Recomendaciones generales de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en la operación

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Diseñar e implementar un plan de gestión de residuos generados en el proceso productivo.	Generación de beneficios económicos por la recuperación, reutilización y reciclaje de residuos.	• Determinar las áreas o etapas del proceso en las que se produce cada residuo. • Realizar un inventario de los residuos generados en el proceso productivo. • Establecer un procedimiento de recolección, separación, almacenaje temporal y disposición de los residuos. • Realizar análisis de composición de los residuos (por ejemplo de lodos del baño anti manchas), esto también ayudara a definir el tratamiento a utilizar (ver Formato de Registro de Residuos Sólidos. en Anexo 4). • Clasificar los residuos de acuerdo a si son reutilizables y con posibilidad de reciclado. • Establecer costos de disposición y tratamiento de los residuos generados. • Determinar que material puede ser reutilizado en el proceso. • Desarrollar un plan de venta de residuos y sub-productos (ver lista de Reciclados en Proveedores de P+L). • Monitorear y verificar si las medidas de reutilización y reciclado son efectivas.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por unidad de producción mensual $\Delta \% \frac{\text{unidad residuos reutilizables}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(\text{Valor de residuos vendidos / mes actual}) - (\text{Valor de residuos vendidos / ton o doc. mes anterior})}{(\text{Valor de residuos mes anterior / m}^3 \text{ de madera mes anterior})} \times 100$
--

C. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL PROCESO

Tomando como base el diagrama de entradas y salidas de las etapas del proceso (Figura 7), a continuación se presenta una serie de recomendaciones específicas de P+L, las cuales podrían implicar beneficios inmediatos. Finalmente, se debe utilizar un indicador de impacto para comprobar si se obtuvo el beneficio esperado al implementar las recomendaciones.

Se debe aclarar que las operaciones difieren de un aserradero a otro según su capacidad instalada, la tecnología con que cuenta y los materiales utilizados en el proceso productivo.

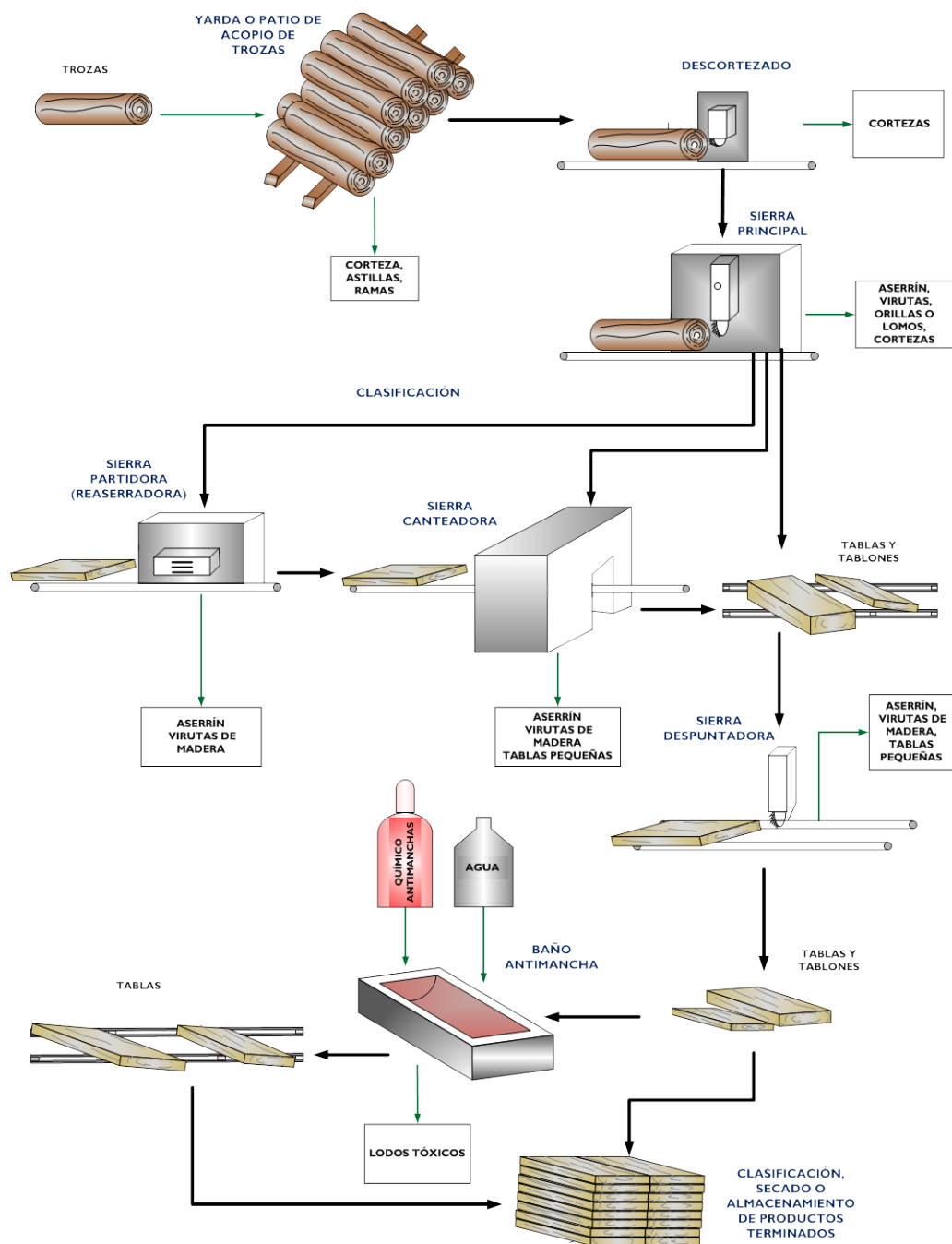


Figura 7. Diagrama de entradas y salidas del proceso de transformación de la madera

Elaborado por: CNP+LH.

I. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL PROCESO

Luego de haber implementado un plan de monitoreo de consumo y un plan de ahorro y control en el uso del agua, se pueden aplicar otras recomendaciones más específicas dirigidas al proceso productivo (Cuadro 11). Se sugiere que además de medir el ahorro de agua durante todo el proceso, se mida en detalle el ahorro en cada fase del mismo lo que permitirá obtener una información más detallada para concentrarse en los procesos más críticos.

Cuadro 11. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente del agua en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar una metodología de riego en las áreas de acopio de trozas donde aplique (exceso de polvo, etc.)	Reducción del consumo de agua en las actividades de riego del plantel	- Identificar las áreas del patio de acopio de trozas donde es factible regar con agua y evitar el exceso de polvo. - Establecer los días de riego (ejemplo, 2 días después de la lluvia). - Establecer procedimientos de riego en las áreas identificadas (control de la alimentación de agua para el riego, no dejar charcos y corrientes en el área por exceso de agua, etc.). - Implementar la limpieza de la zona antes que se aplique el riego. - Capacitar al personal en los procedimientos y controlar su ejecución. - Asignar un responsable del riego y limpieza de las áreas. - Clasificar y disponer adecuadamente los residuos que han sido recolectados (cortezas, astillas, ramas, etc.), para reutilizarlos y realizar su disposición final.
Implementar procedimientos y tecnologías eficientes en baño anti manchas (ver Anexo 7, Parámetros y alternativas para el uso eficiente del agua)	Reducción del consumo de agua debido a los derrames accidentales y manejo del agua.	- Verificar el correcto llenado del recipiente del baño anti manchas. (procurar no esté tan lleno para que la solución no rebose cuando se introduzca la tabla, etc.) - Verificar periódicamente la instalación del baño anti manchas durante el proceso (ver posibles fugas, derrames, etc.). - Con base en los resultados del monitoreo de la efectividad del plan de ahorro, identificar tecnologías alternativas para el uso eficiente de agua. - Implementar la tecnología adquirida (establecer el procedimiento y capacitar al personal en el procedimiento de de baño anti manchas, etc.). - Monitorear y verificar la efectividad de los procedimientos y de la tecnología adquirida.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de agua consumida por etapa por unidad de producción mensual

$$\Delta\% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(m^3 / \text{pt de madera mes actual}) - (m^3 / \text{pt de madera mes anterior})}{(m^3 / \text{pt de madera mes anterior})} \times 100$$

2. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN EL PROCESO

Al igual que con el agua, además de tener un plan general de monitoreo y consumo de energía se deben aplicar medidas específicas al proceso productivo (Cuadro 12). El efecto de las medidas de ahorro y uso eficiente debería medirse en cada una de las fases del proceso para contar con una información detallada que permita concentrarse en los puntos más críticos.

Cuadro 12. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la energía

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Utilizar fuentes alternas de energía (Ejemplo: cogeneración con residuos de madera)	Reducción del consumo de energía por la utilización de fuentes alternas de energía	• Identificar y seleccionar las fuentes alternas de energía que se pueden utilizar en el proceso (cogeneración, etc.). • Realizar el diseño de las instalaciones, de acuerdo a la fuente alterna seleccionada, para la generación de energía. • Construir las instalaciones requeridas para la generación de energía. • Generar energía • Monitorear y verificar la eficiencia de la fuente alterna seleccionada (ver Anexo 4)
Implementar medidas de eficiencia energética en los motores y equipo	Reducción del consumo de energía por el uso de motores y equipos de alta eficiencia y reducción de gases efecto invernadero.	• Evaluar con base en los resultados de la auditoria energética, el reemplazo de los motores cuyos niveles de eficiencia están por debajo del óptimo. Por ejemplo: - o Evaluar la instalación y reemplazo del motor de mayor uso en el plantel (en sierra principal, partidora, canteadora, etc.). - o Determinar la potencia requerida de cada operación y reemplazar motores con sobre o sub dimensionamiento. - o Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia (arriba del 90% de eficiencia). • Con base en los resultados de la auditoria energética y en los planos eléctricos y diagramas de ubicación de equipos e instalaciones eléctricas: - o Levantar un inventario y registro con sus debidas especificaciones de las instalaciones eléctricas que participan en cada etapa del proceso productivo (los registros deben contener los datos de consumo de voltaje, potencia, amperaje, etc.) (Ver en Anexo 4 de Formatos para recolección de información de consumo de energía). - o Seleccionar y utilizar equipos e instalaciones que requieran bajo mantenimiento o que los repuestos sean de fácil acceso. - o Evaluar la factibilidad de la instalación de equipo para la reducción del factor de potencia en los motores de la planta. (falta de compensación de energías reactivas o, en su caso, cálculo deficiente de bancos de capacitores o su ubicación indebida.) • Evaluar y verificar que los componentes mecánicos de los equipos estén en óptimas condiciones para asegurar el funcionamiento correcto de los motores. • Evaluar la conveniencia de la instalación de variadores de velocidad en los motores que mueven cintas de transporte u otros similares que presenten un mayor consumo. • Monitorear y verificar los resultados de los cambios en los niveles de eficiencia de los motores.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de energía consumida por etapa por unidad de producción mensual

$$\Delta \% \frac{Kwh \text{ consumidos}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{(Kwh / pt \text{ madera mes actual}) - (Kwh / pt \text{ madera mes anterior})}{(Kwh / pt \text{ de madera mes anterior})} \times 100$$

3. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA MATERIA PRIMA EN EL PROCESO

El cuadro 13 recoge recomendaciones específicas para lograr un consumo eficiente de materias primas e insumos durante el proceso y para disminuir el volumen de residuos. Aquí también es importante medir el efecto de las acciones en cada una de las fases del proceso para identificar y priorizar los puntos más críticos.

Cuadro 13. Recomendaciones específicas de P+L para el uso eficiente de la materia prima en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Implementar buenas prácticas en la programación y organización de la materia prima en la producción	Reducción del consumo de materia prima debido al uso eficiente de estos materiales	- Definir o señalar el área de trabajo para cada actividad, organizar las actividades de acuerdo al flujo del proceso para reducir la manipulación excesiva de las tablas o tabloneros y de los residuos. - Seleccionar lotes de trozas homogéneas para entrada al proceso: las trozas deben presentar características homogéneas como diámetros, largos, calidades (pocos nudos, trozas sin rajaduras, grietas, golpes, suciedad de tierra o lodo, etc.). Esto minimiza los tiempos de aserrado de la madera. - Programar la producción combinando las dimensiones requeridas por los clientes con los diámetros promedios de las trozas, mediante el establecimiento previo de patrones de corte - Usar elementos de corte (sierras con dientes apropiados) de alta calidad, durabilidad y precisión. - Realizar los mantenimientos indicados por el fabricante: afilados de sierras para aumentar la productividad, precisión de trabajo y vida útil de los elementos de corte.
Sustituir o reducir el uso de materiales e insumos contaminantes y peligrosos	Reducción de los costos de tratamiento y remediación efecto de la contaminación al suelo y agua por la disposición de residuos	- Identificar los materiales que poseen sustancias peligrosas dentro de sus ingredientes. - Clasificar los materiales identificados por nivel de contenido de sustancia y nivel de peligrosidad. - Identificar el insumo que genera mayor cantidad de residuos. - Investigar, identificar y realizar ensayos de posibles sustituciones de los materiales con mayor cantidad de residuos generados. - Comparar rendimientos de los nuevos materiales con respecto al anteriormente utilizado y analizar las mejoras que se logran. - En caso de obtener resultados positivos, se recomienda implementar la sustitución. En caso de que los rendimientos no sean satisfactorios, se recomienda continuar con el proceso de investigación.
Implementar medidas para el uso eficiente de la sustancia anti manchas.	Reducir el uso de insumos al utilizarlo más eficientemente	- Aplicar filtración del lodo acumulado en el fondo del estanque de tratamiento. - Utilizar la concentración adecuada de la solución anti manchas. - Ingresar la madera al proceso de tratamiento anti manchas con un mínimo contenido de aserrín y polvo (limpiar las tablas por succión neumática). - Aumentar el tiempo de escurrido de la madera. Evitar que el producto escurra en la zona de secado y no pueda ser reutilizado.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Cambio porcentual de materia prima consumida por etapa por unidad de producción mensual

$$\Delta \% \frac{\text{unidad de materia prima consumidos}}{\text{Unidad de producción}} =$$

$$\frac{(\text{Unid de materia prima} / \text{m}^3 \text{ de madera producidas, mes actual}) - (\text{Unid de materia prima} / \text{m}^3 \text{ de madera producidas mes anterior})}{(\text{Unid de materia prima} / \text{m}^3 \text{ de madera producidas mes anterior})} \times 100$$

4. USO EFICIENTE DE RESIDUOS DEL PROCESO EN LA REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE.

Una de las medidas importantes para la reducción de materias primas e insumos durante el proceso de producción es la reutilización y reciclaje. El cuadro 14 presenta algunas recomendaciones específicas para el proceso productivo cuya efectividad debe ser medida en cada fase del mismo, mediante el uso del indicador presentado más adelante, buscando tener una información exhaustiva que permita concentrarse en las fases más críticas.

Cuadro 14. Recomendaciones específicas de P+L para la reutilización y reciclaje de residuos en el proceso

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar:
Aplicar un sistema de reutilización de la solución anti manchas.	Reducción de costos de compra y consumo de sustancia anti manchas por la reutilización de los excedentes	• Con base en el plan de monitoreo, calcular la cantidad de solución anti manchas que se puede reutilizar. • Establecer el tiempo adecuado de escurrido de las tablas, para el aprovechamiento de toda la solución anti manchas posible que pueda desprenderse de las mimas. • Crear el área de escurrido de las tablas, tomando en cuenta que tenga capacidad para albergar una cantidad de tablas en el tiempo establecido. La torre de escurrido debe tener un grado inclinación para un rápido aprovechamiento de la solución.
Implementar buenas prácticas para la reutilización de residuos sólidos de proceso	Reducción de los costos de manejo y disposición final.	• Cuantificar la generación de cada tipo de residuo sólido por estación de trabajo. • Establecer un programa de separación, colección y disposición de los residuos sólidos provenientes de las labores de aserrado, canteado y despuntado, etc. • Construir cajones adecuados (en tamaño y forma para el manejo, sea manual o con maquinaria) para la colección y transporte de los residuos sólidos. • Construir áreas de disposición temporal con condiciones adecuadas (piso impermeable, muros de contención, techado o cubiertos, etc.), para cada tipo de residuo sólido. • Implementar un plan de comercialización de residuos sólidos de proceso (aserrín, partes pequeñas de madera, etc.) y de otras fuentes comercializables (aceites usados, envases, etc.) que no puedan ser transformados o reutilizados en el plantel mismo.

Fuente: CNP+LH

Indicador de Impacto: Total de residuos reutilizables por etapa por unidad de producción mensual

$$\Delta \% \frac{\text{unidad residuos reutilizables}}{\text{Unidad de producción}} =$$

$$\frac{(\text{Valor de residuos vendidos} / \text{mes actual}) - (\text{Valor de residuos vendidos} / \text{ton o doc. mes anterior})}{(\text{Valor de residuos} / \text{mes anterior})} \times 100$$

MARCO LEGAL

La legislación ambiental aplicable a la industria forestal, está enmarcada en los siguientes grandes bloques normativos:

1. La Constitución de la República de Honduras, que como ley suprema, se constituye en el marco legal que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente.
2. Los tratados o convenios internacionales suscritos por Honduras, aprobados por el Poder Ejecutivo y ratificados por el Congreso Nacional de la República.
3. Las Leyes generales, especiales, reglamentos, acuerdos legislativos, normas técnicas, resoluciones, ordenanzas municipales y disposiciones administrativas relacionadas.

Por otra parte, con la finalidad de que el usuario de esta guía pueda identificar la legislación que aplica a la etapa de operación de los aserraderos, en el Cuadro 15 se muestra la legislación correspondiente a cada factor ambiental y se especifica si debe aplicarse la legislación de forma completa o solamente algunos artículos de la misma.

Cuadro 15. Legislación aplicable a la operación del proyecto por factor ambiental

Factor Ambiental	Legislación	Etapas de operación
Aire	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 59, 60, 61, 62
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 46, 47, 48, 49, 50
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 94-95	Art. 51 al 60
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento General de Medidas Preventivas, Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 01-02	Capítulo 24, Sección 3
	Reglamento General sobre Uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono: AE 907-2002	Considerar en su totalidad
	Reglamento para la Regulación de las Emisiones de Gases Contaminantes y Humo de los Vehículos Automotores: AE 105-93	Considerar en su totalidad
Agua	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 30 al 34
	Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: DL 118-2003	Considerar en su totalidad
	Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales: DL 137-27	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 26, 27, 29, 33, 36, 37, 39
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento: AE 006-2004	Considerar en su totalidad
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 10, 11, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28
	Norma Técnica para la Calidad del Agua Potable: AE 084-95	Considerar en su totalidad
	Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado: AE 058-97	Considerar en su totalidad
Suelo	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 48 al 54
	Ley de Ordenamiento Territorial: DL 180-2003	Considerar en su totalidad
	Ley de Propiedad: DL-82-2004	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Art. 93, 121
	Ley de Expropiación Forzosa: DL 113-14	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 119 al 128
	Reglamento la Ley General del Ambiente : AE 109: 93	Art. 75, 76
	Reglamento General de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 118 al 132

De igual forma, en el Cuadro 16 se expone la legislación ambiental específica que aplica para ciertos insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala, que son clave para un adecuado manejo ambiental en toda la etapa de operación de un proyecto dedicado a la industria forestal primaria.

Cuadro 16. Legislación aplicable a la operación del proyecto por insumos especiales, residuos, actividades generales y factores externos y de escala que son claves para el manejo ambiental

Descripción	Legislación	Etapas de operación
Energía	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 3, 33, 34
	Ley Marco del Subsector Eléctrico: DL 158-94	Considerar en su totalidad
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables: DL 70-2007	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Marco del Subsector Eléctrico: DL 934-97	Considerar en su totalidad
Sustancias peligrosas	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 7, 68, 69
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 127 al 129
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76, 82
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 129 al 132
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Mantenimiento de equipo e instalaciones	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 33, 51 al 53
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 58 al 69
	Reglamento de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	Considerar en su totalidad una vez entre en vigencia
	Reglamento de la Ley General del Ambiente AE 109-93	Art. 81
	Reglamento General de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 85 al 116
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Residuos sólidos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 32, 54, 66, 67
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Debe ser tomada en cuenta en su totalidad, el Reglamento una vez entre en vigencia
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 51 al 57
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 51 al 84
	Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos: AE 378-2001	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Residuos líquidos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 32, 54
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad el reglamento de la Ley una vez entre en vigencia
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 75, 76
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Art. 25 al 50
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
	Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario: AE 058-97	Considerar en su totalidad
Reciclaje y reutilización	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 1, 3, 84
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 5, 6
Amenazas y riesgos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 83
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y su Reglamento: DL 98-2007	Considerar en su totalidad, Regla-

Descripción	Legislación	Etapas de operación
		mento de la Ley una vez entre en vigencia
	Ley de Contingencias Nacionales: DL 9-90	Considerar en su totalidad
	Ley Orgánica de la Policía Nacional: DL 156-98	Considerar en su totalidad
	Ley del Cuerpo de Bomberos: DL 398-1976	Art. 12, 16
	Ley del Tribunal Superior de Cuentas: DL 10-2002	Considerar en su totalidad
	Ley de Creación de la Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales: DL 134-99	Considerar en su totalidad
	Ley del Ministerio Público: DL 228-93	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Considerar en su totalidad
	Ley de Expropiación Forzosa: DL 113-14	Considerar en su totalidad
	Código Penal: DL 144-84	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 186 al 193
	Código Tributario: DL 22-97	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
Efectos acumulativos	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Considerar en su totalidad
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	Considerar en su totalidad una vez entre en vigencia
	Reglamento de Salud Ambiental: AE 0094-95	Considerar en su totalidad
Recursos biológicos y paisajísticos	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad
	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 35 al 47
	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre: DL 98-2007	Considerar en su totalidad
	Declaratoria de Áreas Forestales Protegidas Decreto 87-87	Considerar en su totalidad
Recursos culturales	Normas Técnico Administrativas para el Manejo de Áreas Protegidas: R 138-02	Considerar en su totalidad
	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 70 al 73, 84, 85
	Ley del Instituto Hondureño de Turismo: DL 103-93	Art. 17, 18, 30, 60
	Ley Orgánica del Instituto Hondureño de Antropología e Historia: DL 118-1968	Considerar en su totalidad
Recursos socioeconómicos	Ley de Patrimonio Cultural : DL 81-84	Art. 3,8,11,14-16,18-21, 37
	Ley General del Ambiente: DL 104-93	Art. 77 al 82
	Ley de Municipalidades: DL 134-90	Art. 12, 13, 14, 25, 118
	Ley de Estímulo a la Producción, a la Competitividad y Apoyo al Desarrollo Humano: DL 131-98	Considerar en su totalidad
	Ley de Inversiones: DL 80-92	Considerar en su totalidad
	Ley de Protección al Consumidor: DL 24-2008	Considerar en su totalidad
	Leyes para la Implementación del CAFTA: DL 16-2006	Considerar en su totalidad
	Ley Especial de Inversiones Agrícolas y Generación de Empleo Rural: DL 222-98	Considerar en su totalidad
	Código de Salud: DL 65-91	Art. 25
	Código Tributario: DL 22-97	Considerar en su totalidad
	Código del Trabajo: DL 189-1959	Considerar en su totalidad
	Reglamento de la Ley de Inversiones: AE 345-92	Considerar en su totalidad

Descripción	Legislación	Etapas de operación
	Reglamento de la Ley General del Ambiente: AE 109-93	Art. 6, 7
	Reglamento de la Ley de Municipalidades: AE 18-93	Art. 57, 58, 75
	Reglamento General de Medidas Preventivas para Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales: AE STSS 001-02	Considerar en su totalidad

Con base en los cambios que se están dando en la legislación ambiental, será necesario considerar en el nivel de cada municipio cualquier resolución ambiental. Existen otras normas ambientales, contenidas en la legislación hondureña, que no fueron consignadas en el cuadro.

VI. GLOSARIO

Ambiente. Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre, que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y otros organismos vivos; los cuales interactúan en un espacio y tiempo determinado.

Aserradero. Lugar al que se llevan las trozas obtenidas en las zonas de aprovechamiento forestal maderable, para su conversión en productos comercializables por medio de operaciones tales como el descortezado, el dimensionado, la medición, la clasificación, el cepillado, estufado y almacenamiento. Lugar donde la madera es aserrada.

Aserrín limpio. Derivado resultante del proceso de aserrado de la madera que no ha sido sometido a tratamiento con productos químicos.

Aserrín con fungicida. Derivado resultante del proceso de aserrado de la madera que ha sido sometido a tratamiento con productos químicos.

Buenas Prácticas Ambientales. Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.

Contaminación. Es alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de residuos procedentes de la actividad humana, o por la presencia de determinados gérmenes microbianos.

Contaminantes. Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al medio ambiente.

Contenedor. Recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.

Carro para trozas. Entramado montado sobre ruedas que corre sobre vías o en rodaduras en dirección paralela al frente de la sierra, y que contiene escuadras o uñas para sujetar firmemente una troza y moverla hacia la sierra.

Diagrama de flujo. Secuencia de etapas o fases que forman parte de un proceso cualquiera, el cual se expresa mediante una serie de simbologías preestablecidas.

Disposición final. Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo.

Eficiencia energética. Conjunto de acciones que llevan a consumir menos energía. Permite alcanzar mayores beneficios finales con menores recursos energéticos y con menor impacto sobre el medio ambiente.

Elementos de corte. Todas aquellas piezas de corte que son utilizadas en los aserraderos y talleres de re manufactura como: sierras, huinchas, cuchillos, cabezales, fresas. Cuando estos elementos pierden utilidad por uso deben ser llevados a la Superintendencia de Reparaciones, que es el lugar físico para su manutención y optimización, que está ubicada en las dependencias de la planta de re manufactura.

Emisiones. Liberación de contaminantes (partículas sólidas, líquidas o gaseosas) al medio, procedentes de una fuente productora. El nivel de emisión de una fuente se mide por las cantidades emitidas por

unidad de tiempo (toneladas/año, m³/día). En el caso de las emisiones acústicas se miden por su intensidad.

FODA. Estudio de los elementos internos y externos de una empresa que valora las Oportunidades y Amenazas, y las Fortalezas y Debilidades de los procesos.

Garras, gancho, agarrador. Dientes de acero fijados a cada rodilla mecánica del carro de trozas, para mantener firme la troza en su lugar.

Hoja de seguridad para el transporte de residuos peligrosos. Documento para transferir información sobre las características esenciales y grados de riesgo que presentan los residuos peligrosos para las personas y el medio ambiente, incluyendo aspectos de transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias desde que una carga de residuos peligrosos es entregada por el generador a un medio de transporte hasta que es recibido por el destinatario.

Humus. Es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos. Se caracteriza por su color negrozco producido por la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.

Impacto ambiental. La alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre. Es un juicio de valor sobre un efecto ambiental. Es un cambio neto (bueno o malo) en la salud del hombre y su bienestar.

Indicador ambiental. Variable que permite obtener información de la calidad ambiental de los recursos humanos, materiales y naturales; por ejemplo, residuos sólidos, consumo de agua y emisiones gaseosas.

Lodo. Cualquier residuo semisólido que ha sido generado en plantas de tratamiento de efluentes, proveniente de procesos, equipos o unidades de industrias o de cualquier actividad.

Manejo de residuos. Todas las operaciones a las que se someten los residuos luego de su generación, incluyéndose entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.

Minimización. Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos industriales, mediante la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

Plaguicida. Compuesto químico, orgánico o inorgánico, o sustancia natural que se utilice para combatir malezas, enfermedades o plagas potencialmente perjudiciales. Los productos comerciales y sus correspondientes ingredientes activos y formulaciones pueden tener efectos insecticidas, acaricidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, lagomorficidas, avicidas, fungicidas, bactericidas, alguicidas, herbicidas, defoliantes, desecantes, fitorreguladores, coadyuvantes, antitranspirantes, atrayentes, feromonas, repelentes, y otros que se empleen en las actividades agrícolas y forestales.

Reciclaje. El reciclaje es una tecnología de las llamadas “al final del tubo”, es decir, se genera el desecho o la basura y después se separa y trata de reutilizar. Los niveles de reciclaje son también una buena medida de la ineficiencia, ya que más reciclaje significa que se están recuperando materiales que de otra manera irían a la basura, pero a su vez es un indicador de que se están usando más materiales.

Recuperación. Es la generación de un constituyente para su reutilización.

Residuo. Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha; estos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

Residuo peligroso (RP). Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente, o debido a su manejo por: Toxicidad Aguda, Toxicidad Crónica, Toxicidad Extrínseca, Inflamabilidad, Reactividad y Corrosividad.

Reutilización. Recuperación de materiales provenientes de residuos que pueden ser incorporados nuevamente como materia prima sustituta en los procesos productivos. Esta práctica supone alargar el ciclo de vida de un producto mediante usos similares o alternativos del material. Esta práctica puede ser útil tanto para reducir el consumo de recursos como para disminuir la generación de residuos.

Remolque de trozas. Vehículo usado para trasladar las trozas al aserradero.

Silo. Es una estructura diseñada para almacenar aserrín.

Sistema de gestión ambiental (SGA). Es un sistema ordenado de acciones ambientales que se implementan desde la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos; para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección medioambiental que suscribe la organización.

Subproducto. Todo producto distinto al principal, que se genera en un proceso productivo y tiene un mercado estable y por ende debe cumplir con todos los procedimientos legales y estándares que necesarios para su comercialización. Para el caso específico de maderas, se definen como subproductos: aserrín, despuntes y virutas.

Sustancias peligrosas. Se define aquella sustancia que, por su naturaleza, produce o puede producir daños temporales o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a los elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.

Tecnología. En su sentido más elemental no es más que un proceso de ingeniería. Sin embargo, en un sentido más amplio, es entendido como un producto en sí mismo, el cual en adición con maquinaria y equipos, concesiones avanzadas, patentes, marca de fábrica, instrucciones, descripciones y experiencia de personal especializado, radican en una mayor eficiencia y productividad.

Tractor articulado. Vehículo equipado con un tambor, un cable y un gancho o tenaza, para el arrastre de las trozas.

Trozas. Troncos o fustes de los árboles derribados y desramados.

Xilófagos. Insectos que suelen roer la madera.

Zonas de Reciclaje. Corresponde a aquellos sectores dentro de la entidad en los que se encuentran contenedores especialmente dispuestos y rotulados para contener residuos para reciclar.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AMADOH. (2008). Descripción de la asociación de madereros de Honduras.
- BMZ Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania. (1995). *Guía de protección ambiental: material auxiliar para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Alemania.
- CEGESTI. (2007). *Curso de gestión ambiental rentable, GAR*. San Pedro Sula.
- Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia. (2007). *Marco conceptual de Producción más Limpia* . Ecuador.
- Centro Mexicano de Producción más Limpia. (2004). *Producción más Limpia*. Obtenido de Centro Mexicano de Producción más Limpia: <http://www.cmpl.com.mx/Portal/Default.asp>
- Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras. (2004). *Experiencia en la implementación de P+L* . San Pedro Sula, Honduras.
- CONAM. (2003). *Guía de implementación de P+L* . Lima, Peru: CONAM; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Limpia, Centro Nacional de Producción más Limpia.
- CONFEMADERA. (2006). *Informe sobre la situación general y coyuntura del sector de la madera en España*. Obtenido de Confederación Española de Empresarios de la Madera: www.mityc.es/NR/rdonlyres/6089F184-AF13-4782-A243-6A93FD1FB24D/0/ObsMadera2006CONFEMADERACoyuntura.pdf
- CONFEMADERA. (2004). *Soluciones ambientales en el subsector de aserrío*. Obtenido de Confederación Española de Empresarios de la Madera: www.confemadera.es
- Di Conza, G. (sf). *Niveles de iluminación*. Obtenido de Instituto de Energía INDENE Universidad Simón Bolívar: <http://funindes.usb.ve/indene-web/iluminacion/niveles.html>
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental* . Chile: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Fundación Chile. (2008). *Gestión escolar*. Obtenido de Fundación Chile: www.fundacionchile.cl
- GTZ. (2007). *Curso de gestión ambiental sostenible (GAR)*. San Pedro Sula.
- Marquez, R. (sf). *Definición de la política ambiental de una organización*. Medellín: Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Méndez, P. (2005). *Propuesta de producción limpia para un aserradero PyME de la comuna de Valdivia*. Obtenido de Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fifm538p/doc/fifm538p.pdf>
- Ministerio Federal del Medio Ambiente. (2007). *Guía de indicadores medioambientales de la empresa*. Bonn: Ministerio Federal del Medio Ambiente.

- ONUDI. (1999). *Manual de Producción más Limpia*. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
- PEFC. (sf). *Código de buenas prácticas de industrias forestales de primera y segunda transformación e industria del mueble*. Obtenido de Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes: www.pefc.es
- PESIC. (2005). *Primer curso de capacitación: sistemas de iluminación*.
- PNUMA. (2003). *La empresa eficiente*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA/IMA. (1999). *Producción más limpia*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/industria/publicaciones.php>
- Pomareda, C., Brenes, E., & Figueroa, L. (1998). *La industria de la madera en Honduras: condiciones de competitividad*.
- Pratt, L., & Quijandría, G. (1997). *Sector forestal en Honduras: análisis de sostenibilidad*. Honduras.
- Rios, M. (2001). *Manual de buenas prácticas de manufactura para la industria de aserrío*. Perú.
- Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales . (2000). *Normas técnicas forestales*. República Dominicana.
- Secretaría Sectorial de Agua y Ambiente. (2001). *Guía de buenas prácticas ambientales en la industria de la madera y fabricación del mueble*. España.
- UNAM. (2008). *Identificación o detección de necesidades de capacitación DNC*. Universidad Autónoma de México.
- Vallejo, Martínez, Matamoros, & Elvir. (2007). *DR CAGTA Compromisos ambientales y legislación*. Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales (USAID/MIRA), Tegucigalpa.

VIII. ANEXOS

ANEXO I. INICIATIVAS EN LA REGIÓN

En Honduras la Industria Forestal primaria ha evolucionado hacia una mayor eficiencia de sus procesos productivos y una mayor estabilidad de sus empresas. A continuación se presentan algunos de los casos más sobresalientes de Honduras y la región.

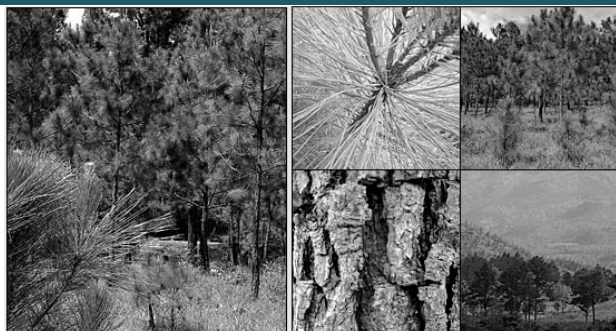
YODECO, PICTH PINE

DATOS GENERALES⁴

Ubicación: carretera al Sur, entrada a Col. Real del Puente, 200 metros al Oeste Búfalo, Villanueva, Cortés, Honduras, C.A.

Teléfonos: 574-50-67

Persona contacto: Ing. Alejandro Arguello, aarguello@invalar.net.



Productos:

1. Piso Sólido de Pino de Alta Calidad

- Select
- Rustik
- Corazón

2. Madera de Grado.

3. Madera de Construcción.

4. Madera tratada.

5. Palos de Escoba.

6. Bolillos.

7. Ocotes de raja.

8. Tarimas.

9. Estacas para agricultura,

10. Postes para cerca.

11. Postes para uso eléctrico.

12. Cruceta.

Capacidad instalada: 75, 000 m³ / año.

Días de trabajo/año: Todo el año con excepción de los días feriados.

Infraestructura: tratamiento industrial con CCA (Arsenato de Cobre Cromado) y tratamiento doméstico con CA-B (Oxido de Cobre-Bromo-Arsénico).

Mercado: **Cuentan** con más de cincuenta años de experiencia en la producción y exportación de Productos de Pino al Caribe, Europa, Canadá, Centro América, Panamá, Japón y otros.

Antecedentes⁵

- Es una empresa integrada verticalmente y uno de los mayores exportadores de madera de Pino en Honduras. Tiene más de cincuenta años de experiencia en la manufactura y exportación de productos de pino a las Islas del Caribe, Europa, Canadá, Estados Unidos, México, Centro América, Japón y otros.
- Sus instalaciones consisten de tres aserraderos ubicados en los mejores sitios de tala forestal en nuestro país y una planta de tratamiento cerca del puerto principal. Equipado con ocho hornos de alta tecnología y dos cilindros de tratamiento.
- Ofrecen productos KDAT y los tratamientos CCA (industrial) y CA-B (domestico).
- Su capacidad de producción oscila alrededor de los 75,000 metros cúbicos por año. La especie de pino más trabajada es el pino ocarpa, también conocido como pino ocote (Pitch Pine). Todas sus trozas vienen de bosques con un plan de manejo forestal aprobado por COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal), una dependencia del gobierno Hondureño.
- La empresa está certificada para "Cadena de Custodia" (SW-COC-1628) y "Administración de Bosques" (SW-FM/COC-1819) del Programa Smart Wood, de Rainforest Alliance.

⁴ Información proporcionada por la empresa, septiembre 2008.

⁵ Yodeco , Antecedentes de la empresa , www.yodeco.net

PROYECTO IMAF⁶

Ubicación: San Luís de Agua Caliente, Siguatepeque.

Gerente General : Alberto Polanco

Contacto de P+L : Rafael Salinas

Volumen procesado: 70 m³ / día.

Número de empleados: 40 personas.

Producto: Tabla, madera de cuadro, postes para tendido eléctrico, crucetas, machihembre, forro para pared de casa.

Días de trabajo / año: Turnos: lunes a sábado hasta las 12:00 PM.

Infraestructura: Taller de afilado, tratamientos CCA (industrial), secadoras de madera, bodegas para madera tratada, taller de transformación secundario de madera.

Mercado: Exporta a Panamá y Miami USA, nacional a Islas de la Bahía, S.P.S., la Ceiba, Santa Bárbara.

PROYECTO HONDUPLY⁷

Ubicación: Km 78 a carretera, Guaimaca Francisco Morazán

Volumen Procesado: 50-60 m³ / día.

Producto: Plywood y madera.

Infraestructura: maquinaria especializada para la elaboración de paneles de madera (tornos de trozas, cortadoras de paneles, trenzas, etc.). Caldera para calentamiento de trozas, taller afilado y mantenimiento.

Mercado: 40 % Nacional, 60 % Costa Rica y el Salvador.

PROYECTO: INDEMA , CAMPAMENTO⁷

Ubicación: km 106 de la carretera que conduce de Tegucigalpa a Olancho. Aldea el Nance, Municipio de Campamento, Departamento de Olancho.

Contacto: Carlos Alberto Aguilar.

Capacidad Instalada: 160 m³ / día.

Producto: Madera en tablas, cuarterones, maderos (timber) o productos con mayor valor agregado como tarimas y palillos para palos de escobas y estacas para horticultura que se exportan como productos terminados.

Empleados: 168 personas

Infraestructura: Taller de afilado de sierras, plantel de corte y procesamiento de madera, área de elaboración de palillos y tarimas (línea del SCRAGG), pequeño taller de mantenimiento. Sistema de tratamiento anti manchas por aspersión.

Mercado: Se comercializa en el mercado local e internacional. Parte de esta madera aserrada es enviada a otras plantas de tratamiento o procesamiento secundario antes de su comercialización

PROYECTO: ASERRADEROS SANSONE⁷

Ubicación: Río Dulce, Talanga, Francisco Morazán.

Gerente General : Pascual Votto

Contacto de P+L: Enrique Nazar

Capacidad instalada: 220 m³ / día.

Producto: Madera en tabla para muebles, para construcción, palillos para escobas, nasas para pesca, Clip (1x1x11.5) para fósforos, cajas para el empaque de frutas y verduras.

Días de trabajo / año: Todo el año con excepción de los feriados.

Infraestructura: Taller de afilado de sierras, plantel de corte y procesamiento de madera, área de elaboración de palillos, pequeño taller de mantenimiento. Sistema de tratamiento anti manchas por inmersión de la tabla, galeras para el secado artificial de la madera, sistema de extracción de polvo (aserrín), maquinaria para el procesamiento secundario de la madera (moldureros o cepilladoras) donde se produce madera machimbrada y piso de madera.

Mercado: nacional e internacional

⁶ Información, proporcionada por la empresa

PROYECTO: SAGAFOR

Ubicación: Km 92 a carretera , Guaimaca Francisco Morazán
Gerente General : Carlos Francisco García
Contacto de P+L: Carlos Francisco García
Capacidad instalada: 60 m³/ día.
Empleados: 40 personas
Producto: Madera en tablón (timber) para otros aserraderos, palillos para escobas.
Días de trabajo / año: de lunes a sábado
Infraestructura: Plantel de corte y procesamiento de madera, área de elaboración de palillos.
Mercado: Nacional (SERMA en Tegucigalpa)

EXPERIENCIAS DE PRODUCCIÓN FORESTAL PRIMARIO EN LATINOAMÉRICA

PROYECTO: MADECOM S.A. ⁷

madecomsa@hotmail.com
Ubicación: Guatemala, Guatemala. **Teléfono :** 5703-3724
Capacidad Instalada :
Producto: Productos de madera, pino, ciprés, Guanacaste, cedro y palo blanco.

PROYECTO: ASERRADERO VARGAS ⁸

Ubicación: Cinco Esquinas de Tibas , Costa Rica **Teléfono :** (502) 2232326
Producto: Variedad de madera y postes para energía eléctrica y teléfono.

⁷ Aserraderos de Guatemala , www.guatemaladirectorios.com

⁸ Aserraderos de Costa Rica , www.costaricadirectorios.com

ANEXO 2. PROVEEDORES GENERALES DE P+L

A continuación se presentan algunas direcciones de sitios electrónicos que brindan lineamientos para mejorar la ingeniería de los procesos productivos. Igualmente, se presenta un listado de proveedores de materiales y equipo que ayudan a mejorar la eficiencia en el uso de energía, agua y otros insumos, lo cual a su vez genera una mayor productividad

Tecnologías de Producción más Limpia:

- Journal of Cleaner Production, www.cleanerproduction.net
- Observatorio de Prospectiva de Tecnología Industrial, www.opti.es
- Monografías.com, www.monografias.com
- Revista Ciencia Hoy, www.ciencia-hoy.retina.ar
- Red de Centros Nacionales de Producción más Limpia, www.produccionmaslimpia-la.net
- Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras, www.cnpml-honduras.org
- United Nations Industrial Development Organization, www.unido.org

Equipos:

- Grupo Barrett, www.grupobarrett.com
- Compresores Kaeser, www.kaeser.com
- Soler y Palau, www.soler-palau.com.mx

Herramientas y accesorios nacionales:

- Agencia Global, www.agglobal.com
- Accesorios para vapor S. de R.L., www.avsderl.com
- Industria Ferretera, www.indufesa.com
- Herramientas La Atlántica S. de R.L., ventasatlantica@sulanet.net

Agua:

Internacionales:

- Economizadores de agua, energía y combustible www.economizadores.net
- Ecología y desarrollo, www.ecodes.org

Nacionales:

- Químicas Ecolab, S.A., www.ecolab.com
- Tecno Química, soluciones para tratamiento de agua, www.terra.hn
- Inversiones Diversas S. de R.L., soluciones para el recurso agua, www.aguahh.com
- Aquatec, diseño e instalación de equipo para agua, www.aguaenlinea.com

Energía:

Nacionales:

- Sistemas solares de Honduras S.A. de C.V., www.solarishn.com
- Sistemas Eléctricos Solares (SIESOL), sie-sol@yahoo.com
- Soluciones Energéticas, sol_energy@multivision.hn
- Energía Solar para Electricidad, www.soluzhonduras.com

Seguridad Industrial:

- Centro Samci, www.centrosamci.com
- Saecof y Compañía, saecofyca@yahoo.es

Químicos:

- Industrial Chemical Supplies, www.novachemhn.com
- Equilab S. A., Productos Químicos, equilab@123.hn

Fumigación

- Truly Nolen : www.trulynolen.com
- Expir s.de.R. L Teléfono : 574-8510
- FUCINSA : fucinsa@starmedia.com , Tel : 552-0294
- Terminix, www.terminix.com, terminixsps@terminixhn.com
- Fumigadora Enamorado, fumigadoraenamorado@terra.com

Recicladores

Papel y cartón

- Fernández Industrial, reciclajefer@hotmail.com
- KIMBERLY CLARK (SCOTT PAPER CO.), Tel. 504-574-8966, 574-8967, 574-8969
- PLYCEM de Honduras, www.plycem.com.
- Bodega el esfuerzo, rcainez@yahoo.com.mx

Llantas

- LAFARGE, xavier.blondot@lafarge.com, luis.alzate@lafarge.com
- Reencauchadora Flores, Tel. 504-5542160/ 5542057
- Reencauchadora en Frío Sula, Tel. 504-5509142/5577372/ 5530659
- Reencauchadora Titán, Tel. 504-2303179/230746/2305180
- Llantecentro Ferrera Comercial , S. de R.L, Tel. 504-2371823
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- Vulcanizadora Diana, Tel. 504-2235296/ 2232916
- Vulcanizadora Hondureña, Tel. 504-5532596
- Industrias Sigas S de R.L., Tel. 504-2303846

Baterías.

- Taller de baterías Santa Fe, Tel. 504- 2238020
- Baterías Record, Tel. 504- 2394680
- Baterías Omega, Tel. 504-2231664
- Distribuidora Baterías Yojoa, Tel. 504- 4410778
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistintegr@corumointernacional.hn
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemascrap.com
- Baterías LMT Comercial Maega S De R.L, Tel. 504-5536157

- Acumuladores Stara, Tel. 504-5531311
- **Orgánicos**
- Azucarera Tres Valles, myibrin@cadelga.hn
- Corporación Dinant, www.dinant.com
- Yodeco Pitch Pine, aalbir@invalar.net
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- LAFARGE,
Luis.alzate@lafarge_honduras.lafarge.com
- **Pet**
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemasrap.com
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistentegr@corumointernacional.hn
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- Recicladora Dubón (DUREPLAST), Tel. 504-998-6260, 968-9837
- **Plásticos diversos rígidos y flexibles.**
- Plásticos vanguardia, plasvan@sulanet.net
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemasrap.com
- Recicladora Dubón (DUREPLAST), Tel. 504-998-6260, 968-9837
- MAPLAST, Maplast_hn@hotmail.com
- Plásticos técnicos, S. De R.L. de C.V., byronangel@yahoo.com
- RECIPLAST –EYC, reciplast@gmail.com
- TECHNIPLASTICOS, emobaide@gmail.com
- RECIPLHAS, reciplastegus@yahoo.es oscarthompsonu@hotmail.com
- CENOSA, jbueso@cenosa.hn
- **Metales ferrosos y no ferrosos**
- Inversiones materiales (INVEMA), os-car@invemasrap.com
- FUNYMAQ, funymaq@globalnet.hn
- Comercial Rueda Morales (CORUMO), asistentegr@corumointernacional.hn
- Exportaciones de metales (EXPOMETAL), expometal@sulanet.net
- RECIMETAL, recimetal@gmail.com
- **Lámparas fluorescentes**
- Asociación Ambilamp, comunicacion@ambilamp.com
- Sylvania Costa Rica, www.sylvania.co.cr
- LUMELSA, Tel. 504- 5568716, 504- 5568760
- ACEYCO S.A., Tel. 504-553-0135
- OSRAM,
www.osram.ch/osram_ch/DE/info@info.osram.ch
- **Otros (solventes, aceites usados, soda caustica, colorantes, trapos con aceites, Desechos clínicos).**
- RECYCLE S. de R.L., recyclehonduras@sulanet.net,
recyclehonduras@yahoo.com

ANEXO 3. PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA PARA LA INDUSTRIA FORESTAL PRIMARIA

- www.infomadera.net
- www.madereros.com
- www.amvediciones.com/madera.htm
- www.madera-sostenible.com/Informacion/EnlacesInteresantes.asp
- madera.fordaq.com

Algunos Proyectos

- YODECO, Pich Pine. , www.yodeco.net
- Maderas del valle , www.maderasdelvalle.com
- Aserraderos Sansone, 504 2232303, 504 2232287.
- Honduply , honduply@hondutel.hn

Equipo y materiales para la instalación de un aserradero

Equipo para una planta productora forestal primaria: maquinaria de aserradero (sierras y plantas de tratamiento de madera) decantadores, bombas, motores, agitadores, filtros, calderas, tuberías y accesorios como sellos y válvulas. Proveedores nacionales e internacionales:

Equipo en general

- Maquinaria para aserradero , www.barton.es
- Maquinaria para aserradero , www.afemma.com
- Maquinaria Aserraderos , www.diseon.com/directorio/negocios/venta-de-maquinaria-de-aserraderos
- Portal forestal , www.portalforestal.com
- Maquinaria Industrial , www.conexionindustrial.com
- Equipo forestal, WWW. Vd.-son.com

Instrumentos de control

Internacional:

- RDF Valve and Controls, sales@valveandcontrols.com

Nacional:

- Basculas, Balanzas y Servicios S. de R.L., babase@lycos.com
- F.A. Dalton S.A. de C.V., Basculas, www.sipesa.com.gt
- Basculas y Balanzas, www.basculaspicz.com

Motores eléctricos:

Nacionales:

- Bombas y Motores de Honduras S.A. de C.V. www.bomohsa.com
- CEMCOL, maquinaria y equipo, www.cemcol@cemcol.com

Accesorios y tuberías:

Internacional:

- Velcom Filters, 1210 Garden of the Gods Road, Colorado Springs, Co.
- Mid Atlantic Engine Sopoly Corp, www.maesco.com

Nacionales:

- Grupo AMANCO. morales@amanco.com

- Distribuidora Industrial, www.distribuidoraindustrial.net

Energía:

Nacionales:

- R y D Industrial, Automatización y control industrial, rydinsudtrial@sulanet.net
- Electro Controles S. de R.L., elco@sulanet.net
- Equipos Industriales S.A., ventas@equinsa.net
- Soluciones en Energía Saisa, www.saisaca.com
- Comercial Eléctrica S. de R.L., comercel@sulanet.net
- Suministros Eléctricos, Byron@selhn.com
- Elcosa, elcosa1@elcosa.com

ANEXO 4. FORMATOS DE CUADROS DE CONTROL DE BUENAS PRÁCTICAS DE P+L

Cuadro 17. Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.

Nombre o código	Mantenimiento Requerido	Puntos a observar	Fecha de mantenimiento	Responsable	Fecha Próxima

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 18. Lista para el control de la implementación de buenas prácticas.

Eficiencia en el uso de _____			Nombre de la empresa _____	
Responsable de la verificación _____			Fecha _____	
Práctica	Área del proceso en que se implementa	Fecha de verificación	Es eficiente (si o no)	Recomendaciones

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 19. Registro de producción mensual

No.	Fecha de recibo	Área	Maquina	Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1							
2							
3							

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 20. Registro de sub-productos

No.	Fecha de recibo	Área donde se genera	Sub-Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1						
2						
3						

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 21. Registro de materias primas

No.	Fecha de recibo	Área	Producto	Unidad	Cantidad/ mes	Costo/mes
1						
2						
3						

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 22. Registros de residuos líquidos

Agua residual	Fuente contaminante	Cantidad aproximada	Peligro	Costo del tratamiento	Tipo de tratamiento	Resultados esperados

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 23. Registro de residuos sólidos

Residuo Sólido	Fuente principal	Cantidad Ton/mes	Subproducto Ton/mes	Residuos sin vender Ton/mes	Peligrosos (Si o No)	Costo Actual	Costo de Disposición

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 24. Registro de emisiones

Efluentes/ emisiones	Fuente	Cantidad (Ton/año)	Costo total	Medida de reducción

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 25. Ficha para el control de la entrada de agua

No.	Fecha	Punto de entrada de Agua	Cantidad (m³)	Observaciones

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 26. Ficha para el control de la salida de agua

No.	Fecha	Punto de salida de Agua	Cantidad (m³)	Observaciones
				Tratamiento utilizado
				Resultados de análisis

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 27. Ficha para el monitoreo del uso de agua

Responsable	Fecha de inspección	Punto de inspección (entrada o salida)	Valor ideal	Valor actual	Problema encontrado
					Fugas

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 28. Formato para la recolección de información de consumo energético

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Energía requerida para su operación Kw/h	Operación Horas/día	Consumo diario de energía Kw/h

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 29. Formato para el control de energía consumida vs. energía requerida

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Energía requerida para su operación Kw/Mes	Energía consumida Kw/Mes

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 30. Formato para el control del consumo de combustible

No.	Nombre del equipo	Ubicación	Combustible requerido para su operación Gal/Mes	Energía consumida Kw/Mes

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 31. Formato para el reporte mensual energético

Día	Gas LPG Capacidad Tanque		Agua		Diesel	Energía Eléctrica Medidor ENEE					
	Presión	%	Medidor m³	°C	Medidor Gls.	Tan- que Gls.	Kwh No.Panel	Kvarh No.Panel	Kw No.Panel	Kw Acu No.Panel	FP No.Panel

Fuente: CNP+LH.

Cuadro 32. Formato para el control de la implementación de medidas

Medida	Acciones	Responsable	Recursos	Costos	Plazos

Fuente: CNP+LH

ANEXO 5. LISTA DE CHEQUEO PARA DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE P+L

Datos Generales:	
Empresa: _____	
Categoría de Producción: _____	
Gerente General: _____	
Dirección: _____	Ciudad: _____
Teléfonos: _____	Fax: _____
Casilla: _____	Correo Electrónico: _____
Gerente de Planta (persona de contacto) _____	
Dirección: _____	Ciudad: _____
Teléfonos: _____	Fax: _____
Casilla: _____	Correo Electrónico: _____

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:

- Copia de documento de evaluación ambiental: Licencia o Diagnostico ambiental, auditoría ambiental.
- Lista de productos y subproductos de la compañía, indicando las cantidades producidas en los últimos 12 meses, así como sus precios de venta.
- Indicar en una lista de productos y subproductos, el volumen de producción que se quisiera tener como referencia para la elaboración del proyecto; es decir, sus proyecciones para el futuro. Este dato es fundamental, porque los cálculos contemplados en las recomendaciones de prevención de la contaminación y de eficiencia energética deberán considerar los planes de crecimiento de la empresa.
- Descripción de los procesos de producción, en el que se incluyan todos los procesos y/u operaciones relevantes en orden sucesivo, indicando el objetivo de cada uno(a), así como el flujo y cantidades de los principales insumos y productos. Por favor incluir un diagrama de bloques de los procesos para cada línea de producción. Identificar los cuellos de botella.
- Cada proceso y/u operación de la producción (incluidos en el diagrama de bloques del punto 3), puede ser continuo, por lotes, o una combinación de ambos. En algunos casos, seguramente la información no se encuentra disponible, pero en todo caso, por favor al menos haga estimaciones. Al especificar cantidades, se debe entender que éstas deben referirse a unidades relativas (p.e. Kg. /h, Kg. /lote, lotes/día, litros/min., etc.). Es importante aclarar si la información es la especificada por el fabricante, si fue medida por los técnicos de planta o si se trata de una estimación.

A continuación, le pedimos tenga a bien especificar cada uno de los procesos y/u operaciones mencionadas:

- Descripción del proceso, explicando objetivos, instrucciones al operador, y especificación de las variables operativas (temperatura, presión, pH, etc.).

- Describir las operaciones de control de calidad, así como el sistema de control de producción. Adjuntar como muestra una hoja de control de proceso (*batch sheet*).
 - Cantidad de todos los materiales que ingresan al proceso, tales como materia prima, agua, energía y otros insumos (no olvidar incluir, por ejemplo, enjuagues y lavados, y su periodicidad).
 - Cantidad de materiales que salen del proceso (productos, subproductos y pérdidas, incluyendo residuos y residuos). Indicar si algún material se recicla o reutiliza (p.e. recirculación de agua de enfriamiento).
 - Descripción de maquinarias y equipos, indicando datos relevantes (como marca, fabricante y año de construcción, dimensiones, uso de vapor y agua, capacidad de producción, eficiencia, velocidades, potencia de los motores, presiones de trabajo, consumo de combustible, etc.).
 - Descripción de los servicios internos y externos que se usan en la planta (generación de vapor; recojo de basura; etc.; en lo posible cuantificada, por ejemplo, en Kg. /h). Adjuntar diagrama de vapor, indicando los usos del vapor en la planta, y un diagrama de aguas, indicando su procedencia, tratamiento, si corresponde, y los distintos usos en la planta. Incluir la misma descripción de equipos mencionada en el punto 4.5 para calderas, compresoras de aire, equipo de refrigeración, equipo de tratamiento de aguas. En caso de usar agua de pozo, indicar el caudal promedio y la potencia de las bombas.
 - Planos de las instalaciones:
 - Ubicación de los procesos y/u operaciones, así como de los equipos auxiliares (calderas, compresoras, refrigeración, tratamiento de aguas, etc.).
 - Diagrama unifilar
 - Ubicación de los sistemas de drenaje de aguas de residuo (industriales y sanitarias)
 - Ubicación de los sistemas de distribución de agua en la planta, especificando si se trata de agua de pozo, de la red municipal, lluvia, etc. Ubicación de tanques cisternas de almacenamiento.
 - Lista de compras de materia prima, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de materia prima en la producción.
 - Lista de compras de productos químicos y de otros insumos en general, indicando costo-almacén así como cantidades para los últimos doce meses. En la misma tabla incluir el consumo de dichos insumos para la producción. En el caso de productos químicos u otros insumos, cuya composición química se desconozca, favor especificar el nombre comercial y el fabricante. Favor pedir al proveedor toda la información técnica posible.
1. Detalle de los servicios públicos utilizados durante los últimos doce meses, para electricidad, agua, gas natural, diesel, gasolina, recojo de residuos sólidos, etc. Este detalle deberá especificar la cantidad consumida así como el monto pagado. Fotocopias de las facturas serían muy útiles. A continuación le proporcionamos un esquema para resumir esta información:

Consumo de agua

Consumo de agua de la red ____ m³ / año Costo: ____ US\$ / año Consumo de agua de pozo ____ m³ / año
 Costo: ____ US\$ / año Consumo otras fuentes ____ m³ / año Costo ____ US\$ / año
 Totales: ____ m³ / año Costo: ____ US\$ / año

Consumo de energía

Eléctrica (Red): Número de Transformadores _____
Máx. Potencia demandada (total) _____ Kw.
Transformador 1 _____ Kw. Transformador 2 _____ Kw.
Energía consumida (total) _____ Kwh. /año
Autogeneración: Capacidad instalada _____ Kw.
Generación _____
Rendimiento _____ Kwh. / unidad
Combustible: _____ GN mpc / año
Diesel _____ m³ / año Gasol. _____ m³ / año
Costo total _____ US\$ / año
Gas Natural _____ mpc / año Costo _____ US\$ / año
Gasolina _____ m³ / año Costo _____ US\$ / año
Otros _____ m³ / año Costo _____ US\$ / año Otros _____ m³ / año
Total _____ US\$ / año
Principales cargas (energía eléctrica) Costo Total _____ US\$/año

El siguiente listado es sólo un ejemplo; al aplicar el instrumento se deben enumerar los principales usos finales de la energía propios de su planta.

Uso	Descripción	Capacidad
1. Generación de vapor		
2. Molienda		
3. Tamizado		
4. Destilación		
5. Hornos		
6. etc.		

DESCARGAS SÓLIDAS

El siguiente cuadro es sólo un ejemplo. La información se debe ajustar a la situación de su empresa, especificando cantidades generadas por año y el costo asociado al o a los servicios de recolección de basura y el costo de disposición de los residuos sólidos y/u otros; incluyendo los posibles ingresos por venta de residuos u otros similares.

Origen / Descripción	Cantidad [t/año]	Servicio / Destino	Costo / Ingreso [US\$/año]
1. Molienda / materia calcárea		Empresa Aseo Urbano / Relleno Sanitario	Costo del servicio
2. Proceso 1 / sedimentos		Empresa Aseo Urbano / Relleno Sanitario	Costo del servicio
3. Proceso 2 / desperdicios		Empresa XYZ / Alimento balanceado para animales	Monto del ingreso por venta de los desperdicios
4. Destilación / borras		Empresa XYZ / Alimento balanceado para animales	Monto del ingreso por venta de las borras
5. Hornos / cenizas		/ Deposición de partículas finas en área poblada	Costo limpieza del área; y demandas de vecinos
6. (otro).			

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:

1. Información referente a aguas residuales y material de residuo. Favor incluir en esta información solicitada copias de los análisis de laboratorio más representativos. Si no tuviera alguno, es importante que los consiga.
2. Una descripción del calendario de la empresa, incluyendo una estimación del total de días trabajados en los 12 meses pasados, cantidad de turnos por día, días por semana y horas por día. Explicar el régimen de vacaciones y, si es el caso, cuánto tiempo se para la planta a fin de año por las fiestas y por mantenimiento preventivo. Incluir información sobre su personal: Número de ingenieros, técnicos y obreros, así como otros datos pertinentes, tales como políticas de contratación, trabajadores eventuales, capacitación, medidas de seguridad, etc.

Después de analizar todos los datos anteriores, posiblemente su perspectiva respecto de la contaminación y desperdicios de su planta haya cambiado. Por eso queremos verificar su respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué problemas de contaminación enfrenta la compañía actualmente?
- ¿Tiene quejas de vecinos?
- ¿Ha recibido anteriormente o espera recibir inspecciones de instituciones del Estado?
- ¿La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales está incluida dentro de los planes de la empresa?
- ¿Qué recursos estaría la compañía en condiciones de invertir para mejorar sus problemas de generación de desperdicios y contaminación ambiental?
- ¿La empresa cuenta con un plan destinado al ahorro de energía?
- ¿La empresa recibe asesoramiento en temas de eficiencia energética?
- ¿El personal de la empresa ha recibido algún tipo de entrenamiento en relación con la eficiencia energética?

ANEXO 6. GUÍA METODOLÓGICA PARA VISITAS DE DIAGNÓSTICO RÁPIDO

ESPECÍFICA PARA: EVALUACIONES DE PROYECTO DE APOYO SERNA-USAID/MIRA

Las visitas tienen como objetivo principal localizar puntos positivos (fortalezas) y problemas (oportunidades) observados durante el recorrido en la empresa. Se trabajará alrededor de los tres principios primordiales de la P+L: eficiencia energética, uso eficiente del agua y de la materia prima. Durante el recorrido en la empresa, se identificará en cada parte del proceso las posibles causas y efectos de la situación actual, tratando a su vez de establecer si afecta el área de costos, impacto ambiental, organización de la empresa o a la seguridad industrial. A la vez se identificará, mediante registros, mediciones, facturas o cualquier evidencia; el gasto en el que se está incurriendo. Este análisis será la base para dar recomendaciones para la solución de los problemas encontrados, el costo de estas recomendaciones deberá ser estimado para tener una comparación precisa entre inversión y ahorro que generaría el cambio.

Durante el recorrido deberá diferenciarse claramente la materia prima de los insumos, identificar todas las entradas al proceso así como las salidas, identificar las etapas del proceso y distinguir claramente los procesos y sub.-procesos.

Al momento de recolectar la información y luego procesarla, sería conveniente usar un cuadro de situación actual que contenga los siguientes conceptos:

No.	SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN FUTURA	
	PROBLEMAS ¿Qué?	POSIBLES CAUSAS ¿Por qué existe el problema?	EFFECTOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL (económicos, seguridad ambiental, organizacional)	POSIBLES MEDIDAS DE MEJORA ¿con que corregir, que hacer?	BENEFICIOS ESPERADOS (Cuales y cuanto en dinero)

A continuación se listan una serie de preguntas (para nuestra propia interrogación) que nos pueden servir de recordatorio al momento de hacer nuestras evaluaciones:

AGUA Y AGUA RESIDUAL:

- ¿Están monitoreando el consumo de agua en la empresa? Si _____ No _____ Parcialmente _____
- ¿Saben cuánto es el consumo de agua en cada una de las etapas del proceso?
- ¿Conocen la composición de las aguas residuales?
- ¿Conocen el costo del agua y de las aguas residuales?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de agua en su proceso productivo, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando las aguas servidas?
- ¿Controlan el lavado excesivo, derrames o rebalses, en las diversas etapas del proceso de producción?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el consumo de agua?
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro del agua?
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo de conducción, distribución y operación de agua en la empresa, incluyendo responsables de aplicarlo?
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, que ayuda a reparar rápidamente daños que se puedan presentar en las tuberías y accesorios?
- ¿Tienen dispositivos o separadores sólidos que eviten que éstos lleguen al recolector final de las aguas residuales o bien filtros de grasa y aceite en los sistemas de desagüe?

- ¿Tienen algún sistema de tratamiento para sus aguas residuales?
- ¿Están cumpliendo con las leyes ambientales en cuanto a disposición de aguas residuales?

ENERGÍA

- ¿Controlan el consumo de energía de la empresa? Si _____ No _____ Parcialmente _____
- ¿Saben cuánto es el consumo en cada una de las etapas del proceso?
- ¿Conocen el costo mensual de cada una de las fuentes de energía, asegúrense de listarlas todas?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, apagando el equipo e instalaciones que no se ocupen?
- ¿Qué disposiciones tienen para el ahorro de energía?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro de energía?
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro de energía?
- ¿Qué medidas han tomado para controlar la pérdida de energía?
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo e instalaciones en su empresa, incluyendo responsables de aplicarlo?
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, para reparar rápidamente daños que se pueden presentar?
- ¿Tienen dispositivos de seguridad en los equipos para evitar cortos circuitos, pérdidas de electricidad y daños en la maquinaria?
- ¿Las instalaciones eléctricas y equipos están de acuerdo a las necesidades reales de energía revisando si no están sobre diseñados?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, estableciendo límites en la temperatura del agua caliente o de los A/A por ejemplo o reutilizando el calor residual?
- ¿Tienen una iluminación adecuada con medidas de bajo consumo?
- ¿Utilizan sistemas eficientes para la producción de agua caliente, vapor, electricidad o enfriamiento?
- ¿Tienen un eficiente sistema de emergencia?
- ¿Tienen un plan de medidas para la reducción de accidentes relacionados con la energía eléctrica?

MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y RESIDUOS.

- ¿Están monitoreando el consumo de materias primas, así como los residuos que se producen en su empresa? Si _____ No _____ Parcialmente _____
- ¿Saben cuánto es el consumo de materias primas en cada una de las etapas del proceso así como la producción de residuos?
- ¿Conocen y controlan la calidad, cantidad y costo de las materias primas?
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de materias primas en su proceso productivo, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando residuos que se generan?
- ¿Han introducido un sistema para la separación de residuos, colocando recipientes apropiados?
- ¿Controlan la compra y entrega de materiales mediante inventarios, en las diversas etapas del proceso de producción?
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el uso de materia prima e insumos, así como para que participen dando sugerencias de materiales alternativos?
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el uso eficiente de la materia prima e insumos?
- ¿Tienen medidas adecuadas para proteger la materiales y evitar el daño de estos?
- ¿La metodología que están utilizando en su proceso de producción optimiza el uso de los materiales?

- ¿Manejan un control de todo el equipo, su ubicación, especificaciones y manuales de procedimiento?
- ¿Controlan regularmente los planes de mantenimiento?
- ¿Evitan el uso de sustancias peligrosas o prohibidas, buscando alternativas menos nocivas, manejan un depósito seguro para la disposición de estas?
- ¿Manejan manuales de procedimiento indicando dosificaciones o cantidades de materiales a usar?
- ¿Tienen controles de calidad para reducir el volumen de producto rechazado, considerando reutilizarlos o reciclarlos?
- ¿Están disponiendo adecuadamente sus residuos en apego a las leyes ambientales?

ANEXO 7. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Cuadro 33. Pérdidas de agua por fugas

Situación	Pérdidas litros / día (L/d)
Grifo goteando	80 (L/d)
Chorro fino de agua de 1.6 mm	180 (L/d)
Chorro grueso de agua de 3.2 mm	350 (L/d)
Chorro completo de 4.8 mm	600 (L/d)
Lavar con el chorro de la manguera	20 (L/min)
Gasto de inodoro	20 L/vaciado de tanque
Gasto por fugas en inodoro	25 L/d

Fuente: CNP+LH; Equivalencia: 1 m³ = 1000 L.

ANEXO 8. PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cuadro 34. Niveles de iluminación según la actividad

Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes ⁹)	Área o tipo de Actividad	Iluminación (luxes)
Áreas públicas con alrededores oscuros	20 - 50	Deposito	50 - 100
		Entrada	100 - 200
Orientación simple para las visitas temporales cortas	50 - 100	Escaleras	100 - 200
Área de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasionalmente	100 - 200	Corredores o Pasillos	100 - 200
Áreas para tareas visuales de alto contraste o de tamaño grande	200 - 500	Archivo	200 - 500
Áreas para tareas visuales de mediano contraste o de tamaño pequeño	500 - 1000	Salas de Conferencia	200 - 700
Áreas para tareas visuales de bajo contraste con objetos de tamaño muy pequeño, por períodos Prolongados	2000 - 5000	Salas de Reunión	200 - 700
Áreas para tareas visuales que requieren exactitud por períodos prolongados	5000 - 10000	Salas de Recepción	200 - 700
Áreas para tareas visuales muy especiales con contraste extremadamente bajo y objetos muy pequeños	10000 - 20000	Salas de Lectura	300 - 500
Según actividad		Salas de Computadora	200 - 500
Exigencia visual muy baja	50 - 100	Salas de Control	200 - 500
Exigencia visual baja	100 - 200	Salas de Dibujo	1000 - 2000
Exigencia visual moderada	200 - 500	Salas de Contabilidad	1000 - 2000
Distinción clara de detalles	500 - 700	Oficina Abierta	500 - 1000
Distinción fina de detalles	700 - 1000	Oficina Privada	300 - 1500
Exigencia visual alta	500 - 1000	Comedores	200 - 500
Exigencia visual muy alta	1000 - 2000	Cafetería	200 - 500
Baños o Lavabos	100 - 200	Cocina	200 - 500

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004) (Di Conza, sf)

⁹ Nota: 1 lux = 1 lumen / m²

Cuadro 35. Equivalencias entre lámparas incandescentes y fluorescentes

Incandescentes	Fluorescentes
40 Watt (A-19)	11 Watt
60 Watt (A-19)	15 Watt
75 Watt (A-19)	20 Watt
75 Watt (Reflector)	20 Watt c/ Reflector
100 Watt (A-19)	28 Watt

(Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras, 2004)

Cuadro 36. Opciones de sustitución de tecnología T-12 por T-8 y T-5

LÁMPARA FLUORESCENTE T-12	LÁMPARA FLUORESCENTE T-8	LÁMPARA FLUORESCENTE T-5
38 mm de diámetro	26 mm de diámetro	16 mm de diámetro
21w	17 w	14 w
39 w	32 w	28 w
75 w	59 w o 2x32 w en línea	54 w o 2x28 w en línea

(PESIC, 2005)

Cuadro 37. Opciones de sustitución

SISTEMA ACTUAL	OPCIÓN AHORRADORA	
Fluorescentes 2x75 w	Fluorescentes 2x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 1x75 w	Fluorescentes 1x59 w	Lámpara T-12 Blanco Frío y Balastro Electromagnético
Fluorescentes 2x39 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x40 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x40 w tipo U	Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 4x39 w	Fluorescentes 3x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 4x20 w	Fluorescentes 3x17 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 6x39 w	Fluorescentes 4x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 8x39 w	Fluorescentes 6x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Fluorescentes 2x56 w	Fluorescentes 2x32 w	Lámpara T-8 3,000 K Blanco Frío y Balastro Electromagnético de Alta Eficiencia
Halógena 35 w tipo Dicroica	SLS - 18 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 18 w
Incandescente 75 w	SL - 15 w	Lámpara Fluorescente compacta tipo reflector de 15 w
Incandescente 100 w	SL - 25 w	Lámpara Fluorescente compacta de 25 w
Incandescente 150 w	SL - 32 w	Lámpara Fluorescente compacta de 35 w

(PESIC, 2005)

CÁLCULO DE AHORROS USANDO BOMBILLOS AHORRATIVOS

$A_w = [(\text{Diferencia entre lámpara tradicional y ahorrativa watt} / 1000 \text{ para convertir a Kw})] * \text{Cantidad de focos} * \text{horas estimadas de encendido al día} * 30 \text{ días del mes} * 12 \text{ meses del año}$

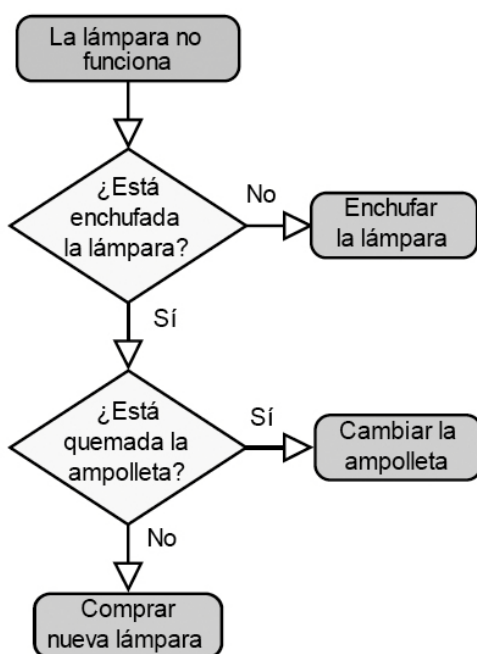
EJEMPLO PRÁCTICO

En una planta industrial se recomienda el cambio de 1500 lámparas convencionales T-12 de 2 x 39W por lámparas ahorrativas T-8 de 2 x 32W (tomado del Cuadro 42).

$A_w = [(7\text{watt/lámpara})/1000 \text{ Kw}] * (1500 \text{ lámparas}) * (8 \text{ h/ día}) * (30 \text{ días / mes}) * 12 \text{ meses / año}$

$A_w = 30,240 \text{ Kw h al año}$ ^(Basado en las Experiencias del CNP+LH)

ANEXO 9. DIAGRAMAS DE FLUJO



Un **diagrama de flujo** es la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor. Se utiliza principalmente en programación, [economía](#) y procesos industriales, estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación.

SÍMBOLOS UTILIZADOS

Para poder hacer comprensibles los diagramas a todas las personas, los símbolos se someten a una normalización, es decir, se hicieron símbolos casi universales

En teoría, no es necesario usar un tipo especial de símbolos para crear un diagrama de flujo, pero existen algunos ampliamente utilizados por lo que es adecuado conocerlos y utilizarlos, ampliando así las posibilidades de crear un diagrama más claro y comprensible para crear un proceso lógico y con opciones múltiples adecuadas. Se utili-

zan los símbolos indicados a continuación, estandarizados según la norma ISO 5807:

Flecha. Indica el sentido y trayectoria del proceso de información o tarea.

Rectángulo. Se usa para representar un evento o proceso determinado. Éste es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra. Es el símbolo más comúnmente utilizado. Se usa para representar un evento que ocurre de forma automática y del cual generalmente se sigue una secuencia determinada.

Rombo. Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple. El rombo además especifica que hay una bifurcación.

Círculo. Representa un punto de conexión entre procesos. Se utiliza cuando es necesario dividir un diagrama de flujo en varias partes, por ejemplo por razones de espacio o simplicidad. Una referencia debe darse dentro para distinguirlo de otros. La mayoría de las veces se utilizan números en los mismos.

Existen además un sin fin de formas especiales para denotar las entradas, las salidas, los almacenamientos, etcétera.

De acuerdo al estándar ISO, los símbolos e incluso las flechas deben tener ciertas características para permanecer dentro de sus lineamientos y ser considerados sintácticamente correctos. En el caso del círculo de conexión, se debe procurar usarlo sólo cuando se conecta con un proceso contenido dentro de la misma hoja.

Existen también conectores de página, que asemejan a una "rectángulo oblicuo" y se utilizan para unir actividades que se encuentran en otra hoja.

CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR UN DIAGRAMA DE FLUJO

En los diagramas de flujo se presuponen los siguientes aspectos:

Existe siempre un camino que permite llegar a una solución.

Existe un único inicio del proceso.

Existe un único punto de fin para el proceso de flujo (salvo del rombo que indica una comparación con dos caminos posibles).

DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO

Las siguientes son acciones previas a la realización del diagrama de flujo:

2. Identificar a las ideas principales para desarrollará el diagrama de flujo. Deben estar presentes el dueño o responsable del proceso, los dueños o responsables del proceso anterior y posterior y de otros procesos interrelacionados, otras partes interesadas.
3. Definir que se espera obtener del diagrama de flujo.
4. Identificar quién lo empleará y cómo.
5. Establecer el nivel de detalle requerido.
6. Determinar los límites del proceso a describir.

Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:

- Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
- Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.

Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.

- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
- Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido.

RECOMENDACIONES

Al construir diagramas de flujo, es importante que se observen las siguientes recomendaciones:

- Evitar sumideros infinitos, burbujas que tienen entradas pero no salidas.
- Evitar las burbujas de generación espontánea, que tienen salidas sin tener entradas, porque son sumamente sospechosas y generalmente incorrectas.
- Tener cuidado con los flujos y procesos no etiquetados. Esto suele ser un indicio de falta de esmero, pero puede esconder un error aún más grave: a veces el analista no etiqueta un flujo o un proceso porque simplemente no se le ocurre algún nombre razonable.

VENTAJAS DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

- Favorecen la comprensión del proceso al presentarlo gráficamente. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión.
- Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

TIPOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

Formato Vertical: En él el flujo o la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.

Formato Horizontal: En el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.

Formato Panorámico: El proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aun para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.

Formato Arquitectónico: Describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero de los flujogramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativos.

ANEXO 10. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO

Cuadro 38. Programa propuesto de mantenimiento preventivo para una verificación con frecuencia diaria y semanal

Máquina	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Sierra principal	• Mangueras y cables que no rocen • Fugas de aceite y aire • Que no hayan pernos flojos, grietas • El pantógrafo que no tengan pernos flojos y grietas • Sistema de lubricación automático para los brazos de las trozas • Nivel de aceites en los tanques hidráulicos, rellenarlos en caso de requerirlos • Lubricar: los rieles con aceite usado	• Tensión de cable (carro porta trozas) • Tensión de cadenas (verificar y reparar daños) • Tensión de fajas (verificar y reparar daños) • Lubricar: con aceite usado las cadenas transportadoras • Lubricar: engrasar cable del carro porta trozas		• Lubricar: engrasar rodillos principales (tres bombeadas)		
Canteadora	• Fajas en V para del eje principal • Lubricación automática para collares de discos • Limpieza de los ojos mágicos • Mangueras y cables que no rocen • Que no hayan pernos flojos • Que no hayan poleas flojas	• Tensión de cadenas (verificar y reparar daños) • Tensión de fajas (verificar y reparar daños) • Lubricar: con aceite usado las cadenas motrices de rodillos	• Funcionamiento del templador de la faja dentada (verificar y reparar daños)			
Despuntadora	• Tensión de fajas en V • Mangueras y cables que no rocen • Que no hayan pernos flojos					
Sistema de extracción de polvo y compresor de aire	• Purgar tanque de aire • Fajas en V motrices • Funcionamiento del enfriador de aire • Drenar agua de los separadores de agua	• Funcionamiento (envase plástico, escape de aire) • Limpieza de filtros (verificar y reparar daños)				
Sistema eléctrico	• Cordones eléctricos visualmente (motores en particular) • Estado de los cables eléctricos (verificar y reparar daños) • (verificar y reparar daños)					

Máquina	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Generadores y motores eléctricos					• Conexiones (que no estén flojos) y daños en aislamientos por cables que rocen • Sacar y limpiar tapas de la sección central y bobinas (con aire comprimido y seco)	• Lubricar rodajes • Lubricar con tapones afuera
Tablero principal MCC			• Limpiar: abrir todas las puertas y limpiar con aire comprimido y seco • Limpiar: motores y ventiladores		• Carga total en amperios • Conexiones a tierra visualmente (verificar daños y que no están flojos) • Medir el alto voltaje del generador y resistencia a tierra	
Transmisiones		• Verificar nivel de aceite				• Cambiar aceite
Mesa de transporte de trozas		• Lubricar: con aceite usado las cadenas transportadoras (verificar y reparar daños) • Engrasar rodajes (verificar y reparar daños)				
Mesa de clasificación		• Tensión de cadenas (verificar y reparar daños) • Lubricar: con aceite usado las cadenas transportadoras (verificar y reparar daños)				
Cadena de propulsión		• Regulación de tensión • Lubricar: con aceite usado las cadenas motrices (verificar y reparar daños)				
Cadena de		• Regulación de tensión				

Máquina	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
desperdicios		Lubricar: con grasa rodajes (verificar y reparar daños)				
Sistema hidráulico				Cambiar todos los filtros		- Limpiar mallas de los tanques - Cambiar aceites hidráulicos - Verificar el funcionamiento del pare automático de temperatura y nivel bajo de aceite (71°C punto de arranque de ventiladores)
Todos los equipos			- Todas las conexiones eléctricas y recalentamientos (retiro de cables y aislamiento de los quemados) - Voltaje, fase a tierra en circuitos secundarios - Lubricar: aceitar y engrasar todos los equipos			

Elaborado por: CNP+LH



Financiado por:

USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

